Aus der Abteilung Innere Medizin III
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. L. Seipel
der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen

DIE AUSSAGEFÄHIGKEIT DER MAXIMALEN EXPIRATORISCHEN FLUSS-VOLUMEN-KURVE IM RAHMEN DER ROUTINE-LUNGENFUNKTIONSDIAGNOSTIK

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Jörg W. Kutscha
aus Celle

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543922_0076

Aus der Abteilung Innere Medizin III
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. L. Seipel
der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen

DIE AUSSAGEFÄHIGKEIT DER MAXIMALEN EXPIRATORISCHEN FLUSS-VOLUMEN-KURVE IM RAHMEN DER ROUTINE-LUNGENFUNKTIONSDIAGNOSTIK

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Jörg W. Kutscha
aus Celle

1983

Dekan: Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. U. Reinhard
2. Berichterstatter: Professor Dr. P. Hilpert

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (0 74 72) 2 21 45

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Die Fluß-Volumen Kurve	1
1.1.1	Messung und Auswertung	1
1.1.2.	Einflußfaktoren	3
1.1.3.	Diagnostische Aussagefähigkeit	5
1.2.	Fragestellung der eigenen Untersuchung	8
2.	MATERIAL UND METHODE	9
2.1.	Krankengut	9
2.2.	Apparatur und Untersuchungsgang	12
2.3.	Auswertung	13
3.	ERGEBNISSE	15
3.1.	Stichprobe	15
3.2.	Ergebnisse zur Fluß-Volumen Kurve	15
3.2.1.	Variabilität der Parameter	15
3.2.2.	Korrelationen	16
3.2.3.	MEFVC bei einzelnen Diagnosegruppen	17
3.2.4.	Vergleich der Konkordanzen pathologischer Befunde bei der MEFVC und anderen Funktionstests	18
3.2.5.	Diagnose des expiratorischen Bronchialkollapses	22
4.	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	23
4.1.	Zu Methode und Daten	23
4.2.	Zur Aussagefähigkeit der MEFVC	23
4.3.	Praktische Konsequenzen	26
5.	ZUSAMMENFASSUNG	27
6.	TABELLEN	28
7.	ABBILDUNGEN	48
8.	LITERATURVERZEICHNIS	54

UNIV. LEIDEN BIBL.

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

AGW	Atemgrenzwert
ATS	American Thoracic Society
CC	Verschluß-Kapazität
C_{dyn}	dynamische Compliance
CF	zystische Fibrose
COLD	chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen
CV	Verschluß-Volumen
FEF	forcierter expiratorischer Fluß (=MEF)
FEF25%; 50%; 75%	maximaler expiratorischer Fluß bei 25%; 50%; 75% ausgeatmeter VC
FEF_{pred}	jeweiliger Normalwert des FEF
FEV1	expiratorische 1-Sekunden Kapazität
FEV1%	FEV1 in Prozent der VC
FVC	Fluß-Volumen Kurve
GKP	Ganzkörperplethysmographie
KHK	koronare Herzkrankheit
LUFU	Lungenfunktion
MEF	maximaler expiratorischer Fluß
MEFVC	maximale expiratorische Fluß-Volumen Kurve
MMEF	durchschnittlicher Fluß zwischen FEF25% und FEF75% (Maximal Mid-Expiratory Flow)
NR	Nichtraucher
PEF	größter in der MEFVC erreichter Fluß
RAW	Resistance
RV	Residualvolumen
SAD	Krankheiten der kleinen Atemwege
SRAW	spezifische Resistance
TGV	thorakales Gasvolumen
TLC	Totalkapazität
VC	Vitalkapazität
$Viso\dot{V}$	Volumen, bei dem sich in der FEVC die mit Luft bzw. He O_2 gemessenen Flüsse gleichen

1. EINLEITUNG

1.1. Die Fluß-Volumen Kurve

1.1.1. Messung und Auswertung

Die Fluß-Volumen Kurve (FVC) gibt die Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit vom zugehörigen Lungenvolumen wieder (im Vergleich zum Tiffeneau-Test, bei dem ein Volumen/Zeit-Diagramm ermittelt wird).

Zur Aufzeichnung einer vollständigen FVC läßt man vom Probanden eine forcierte, maximale Inspiration mit unmittelbar folgender forcierter, maximaler Expiration durchführen. Die Untersuchung wird heute üblicherweise mit Pneumotachographen vorgenommen, wobei das Volumen aus dem Fluß-Signal integriert wird. Bei Verwendung präziser Spirometer (47) kann der Fluß auch aus der Änderung des Volumens in der Zeit bestimmt werden. Das Verfahren hat einige untersuchungstechnische Vorteile, bedingt aber einen wesentlich höheren Aufwand bei der Auswertung (118). Als drittes Verfahren ist die ganzkörperplethysmographische Bestimmung der FVC geeignet. Die hierbei gemessenen Werte sind bei gesunden Probanden gleich den pneumotachographisch oder spirometrisch bestimmten. Insbesondere bei Patienten mit obstruktiven Lungenerkrankungen fallen ganzkörperplethysmographisch gemessene Flüsse wegen des häufig hohen alveolären Drucks vergleichsweise niedriger aus (12).

Die methodisch-technischen Minimalvoraussetzungen zur Bestimmung der FVC finden sich in den Empfehlungen der ATS (Snowbird-Workshop on Standardization of Spirometry 1977) (46). In der Regel werden drei bis fünf Kurven aufgezeichnet. Die besten Werte aus allen Kurven oder die Werte aus der Kurve mit dem größten Fluß werden üblicherweise zur Beurteilung herangezogen. PARIENTE (99) untersuchte vergleichend acht verschiedene Auswahlmethoden und fand hoch korrelierende Ergebnisse.

Die meisten Autoren befassen sich mit dem expiratorischen Teil der FVC: Maximale expiratorische Fluß-Volumen Kurve (MEFVC). Zur Analyse werden eine Vielzahl von Kriterien verwendet (s.u. 1.1.2.); am häufigsten: der Fluß nach Ausatmung von 25% der VC (FEF25%), 50% (FEF50%), 75% (FEF75%); der maximal erreichte Fluß (PEF oder Peak-Flow); der mittlere Fluß zwischen 25% und 75% ausgeatmeter VC (MMEF). Zu beachten ist, daß in der Literatur sehr häufig auch der Fluß auf den noch in der Lunge verbliebenen Teil der VC bezogen wird! In Abbildung Nr. 1 sind die wesentlichen Parameter in die MEFVC eines gesunden Probanden eingezeichnet.

Die FVC hat bei verschiedenen Erkrankungen der Atemwege einen charakteristischen Verlauf (s.u.), so daß die allgemeine Beurteilung des Kurvenverlaufs zur Auswertung der FVC gehört.

Für die genannten quantitativen Beurteilungskriterien der MEFVC liegen Normalwerte vor (29,38,49,70,73,91, 126,129). Die von KNUDSON (70) 1976 in den USA ermittelten Werte werden, trotz einiger die Repräsentativität der Stichprobe betreffenden Bedenken, am häufigsten als Referenz verwendet. Aus dem deutschsprachigen Bereich liegen bisher noch keine uneingeschränkt akzeptablen Normalwerte vor. MÜLLER (91) ermittelte neben Werten für PEF nur Normalwerte für die bisher unüblichen "Zeitkonstanten". EVERS (38) bestimmte "Normalwerte" an Probanden aus einer staubexponierten Population. Im Vergleich zu den klassischen Parametern der Spirometrie, weisen die Werte der MEFVC eine erhebliche inter- und intraindividuelle Variabilität auf (10,22, 51,61,70,78,79,82,83,95,122,124). Die Werte sind geschlechts-, alters- und größenabhängig. Die Altersabhängigkeit ist nicht linear (36,67). Die Kurvenform ist bei gesunden Personen relativ altersstabil. Allerdings nimmt die Konvexität des absteigenden Kurvenschenkels in Bezug zur Volumen-Achse mit dem Alter leicht zu (67).

1.1.2. Einflußfaktoren

Es liegen bisher eine Vielzahl zusammenfassender Arbeiten zu den anatomischen und physiologischen Grundlagen sowie zu den pathologisch-anatomischen und -physiologischen Korrelaten der Maximalen Expiratorischen Fluß-Volumen-Kurve vor (5,12,41,62,96,107), so daß hier nur kurz die wesentlichen Faktoren beschrieben werden.

Der maximale expiratorische Fluß wird von einer Reihe mechanischer und physiologischer Faktoren beeinflußt. Die zum Verständnis des Verlaufs der MEFVC wichtigsten sind: Die bei der Ausatmung aufgewendete muskuläre Kraft, die Resistance der Atemwege und die Compliance der Lunge. Der Fluß bei großen Lungenvolumina (bis ca. 80% VC) und damit der Anfangsteil der MEFVC wird in erster Linie durch die Muskelkraft und die Resistance der großen Atemwege bestimmt. Die Kurve ist in diesem Teil durch einen sehr steilen Anstieg des Flusses bis zum Maximum (PEF) und darauffolgend beginnenden langsamen Abfall des Flusses gekennzeichnet. Der maximale Fluß ist also bis zur Ausatmung von etwa 20% der VC "effort-dependent" und somit sehr variabel. Unzureichende Kooperation des Probanden spiegelt sich u.a. in einem flachen Anstieg der Kurve wider. Bei niedrigen Volumina ist der expiratorische Fluß relativ unabhängig von der eingesetzten Kraft. Die praktisch wichtigsten Einflußfaktoren in den letzten zwei Dritteln der MEFVC sind die Compliance und die Resistance der "kleinen Atemwege". Da anzunehmen ist, daß chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen in den peripheren Lungenbereichen beginnen, ist die Aussagefähigkeit der MEFVC in diesem Bereich im Rahmen der Suche nach geeigneten Früherkennungsmethoden von besonderem Interesse (s.u.).

Drei weitere, die MEFVC beeinflussende Faktoren sind von praktischer Bedeutung. 1. Der Tonus der Bronchialmuskulatur: Tonusänderungen bewirken signifikante Änderungen des Flusses bei niedrigen Volumina. Die Wirkung bronchodilatatorischer Pharmaka bei der Therapie obstruktiver Lungenerkrankungen läßt sich mit der MEFVC deutlich demonstrieren (18,23,24,113). 2. Die "Flow-History": Bezogen auf ein bestimmtes Volumen, ist der maximale Fluß eine Funktion der voraufgegangenen Flüsse; je niedriger diese waren, desto höher ist der maximale Fluß. Insbesondere können durch dieses Phänomen, dessen Ursachen bisher nicht hinreichend geklärt sind, bei Emphysematikern nach wiederholten Atemmanövern erhöhte Fluß-Werte gemessen werden (12,17,119). 3. Die Dichte des geatmeten Gases: Im Verhältnis zu den bei Luftatmung gemessenen Fluß-Werten, fallen die Werte bei Atmung eines spezifisch leichteren Gases (z.B. He/O_2) höher, bei Atmung eines spezifisch schwereren Gases (z.B. SF_6/O_2) niedriger aus. Die geringere oder fehlende Dichteabhängigkeit der MEFVC bei verschiedenen obstruktiven Lungenerkrankungen wurde, mit widersprüchlichen Ergebnissen, auf diagnostische Relevanz geprüft (2,14,19,27,34,46,69,81,96 u.a.).

BOUHUYS (1974(12)) stellt physiologische und pathophysiologische Grundlagen der FVC, deren Messung und Auswertung umfassend und nach wie vor aktuell dar. Die Arbeit kann als Einführung in diesen Themenbereich empfohlen werden. In einem wichtigen Punkt muß jedoch die Position von BOUHUYS in Frage gestellt werden. BOUHUYS vertritt wie HOGG (59) und MACLEM / MEAD (76) die Auffassung, die sogenannten "kleinen Luftwege" (Durchmesser kleiner als 2-3 mm) würden, bei gesunden Probanden, nur einen sehr kleinen Beitrag zur gesamten Resistance liefern. VAN BRABANDT (14) bestimmte mit verbesserten Methoden die Resistance an exzidierten

normalen und pathologischen Lungen. Er fand, daß der periphere Widerstand in den Luftwegen mit kleinerem Durchmesser als 2-3 mm zwischen 40% und 90% der Gesamt-Resistance zwischen Hauptbronchus und Pleura ausmacht. Diese Ergebnisse können die Diskussion um die diagnostische Wertigkeit der sogenannten small-airway-tests, insbesondere der MEFVC, im Vergleich zur Aussagefähigkeit der klassischen Lungenfunktions-Parameter entscheidend beeinflussen (s.u.). VAN DE WOESTIJNE (135) setzt sich ausführlich mit dieser Problematik auseinander.

1.1.3. Diagnostische Aussagefähigkeit

1951 berichtete DAYMAN (14) erstmals über die MEFVC im Rahmen der Diagnose von Lungenerkrankungen. Die zahlreichen seitdem veröffentlichten Arbeiten haben zu keinem widerspruchsfreien Bild der diagnostischen Aussagefähigkeit der MEFVC geführt. Eine Literaturanalyse ist, in schematischer Zusammenfassung, im Anhang (Tab. 1-11) wiedergegeben. Sie berücksichtigt hauptsächlich Publikationen mmit Aussagen zur FVC aus den letzten zehn Jahren. Tabelle 1 auf der folgenden Seite zeigt eine Klassifikation einzelner Forschungsarbeiten hinsichtlich ihrer Ergebnisse zur diagnostischen Relevanz der FVC in verschiedenen Anwendungsbereichen. In dieser sehr allgemeinen Wertung überwiegt, bei allen Fragestellungen, die Zahl der positiven Ergebnisse mehr oder weniger deutlich, insbesondere, wenn man Ergebnisse methodisch hervorragender Arbeiten jüngeren Datums stärker berücksichtigt (s. Tab. 1-11: EVERS et al.(38), FISCHER & KLEIN et al. (43), FISCHER & MATTHYS et al. (44), GALGOCZY et al. (45), KNUDSON & BURROWS et al. (69), KNUDSON & LEBOWITZ (71), LAM et al. (72)).
Zahl und Bedeutung der negativen Befunde läßt eine abschließende Wertung keinesfalls zu.

Klassifikation einzelner Publikationen
hinsichtlich der Ergebnisse zur
diagnostischen Relevanz der MEFVC

Anwendungsgebiet	Diagnostische Relevanz	
	ja	nein
Diagnose und Differentialdiagnose chronisch-obstruktiver Lungenerkrankungen	20,39,44,45,48,52,55,57,68,69, 71,97,128	27,104,134,136
Früherkennung der "small-airway-diseases"	1,43,48,53,64,66,72,99,110,133	132
Differenzierung Raucher / Nichtraucher	15,19,38,56,77,84,88,98,104, 109,113,119,126,130	3,15,28,34,50, 103
Diagnose asthmatischer Erkrankungen	2,9,18,37,87,93,117,118,122	42,50,82
Diagnose der Pneumokoniosen	6,45,80,104	28,38,52
Diagnose extrathorakaler Stenosen	26,54,74,97	
Diagnose des Tracheal CA	7	
Diagnose der Atemwegschädigung durch Gase/Dämpfe	33	

Tab. 1

1. Die MEFVC hat bei verschiedenen Atemwegserkrankungen einen charakteristischen Verlauf (s. Abb. Nr. 2). Die Kurvenwerte von Patienten mit obstruktiven und restriktiven Atemwegserkrankungen unterscheiden sich signifikant voneinander und von den bei Normalpersonen ermittelten Werten.

2. Die Sensitivität und Spezifität der Auswertungskriterien der MEFVC bei der Diagnose und Differentialdiagnose obstruktiver und restriktiver Lungenerkrankungen ist wahrscheinlich mindestens ebenso groß, wie die der klassischen spirometrischen Parameter. Es ist zu erwarten, daß, nach Präzisierung der Normalwerte und ihrer Variabilität, eine vergleichsweise höhere Sensitivität belegt werden kann.

3. Die Beurteilung der spezifischen Aussagefähigkeit einzelner quantitativer Kriterien zur Bewertung der MEFVC hat zu außerordentlich unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Zur Zeit kann daraus nur gefolgert werden, bei allen Fragestellungen mindestens FEF25%, FEF50%, FEF75% und, bei höherem Auswertungsaufwand, MMEF zu bestimmen. Wahrscheinlich sind FEF25% und FEF50% bei der Früherkennung von Atemwegserkrankungen und der Diagnose asthmatischer Erkrankungen im Intervall sensitiver.

4. Die theoretisch begründbare größere Aussagefähigkeit der MEFVC gegenüber spirometrisch und ganzkörperplethysmographisch ermittelten Daten bei der Erkennung von "small-airway-diseases" (SAD), scheint hinreichend durch Untersuchungen belegt zu sein.

5. Die Bestimmung von MEFVC mit Gasen unterschiedlicher Dichte (He/O_2 und SF_6/O_2) kann, für die Routine-Lungenfunktionsdiagnostik und zur Erkennung der SAD, bisher nicht empfohlen werden. Der Zusatznutzen ist, insbesondere wegen der erheblichen Variabilität der Werte und

des erheblich höheren zeitlichen und apparativen Aufwandes, fragwürdig. Die Wirkung bronchodilatatorischer Therapie läßt sich allerdings mit DeltaVmaxFEF50%He/O_2/FEF50% Luft besser und sicherer nachweisen, als mit den allein bei Luftatmung gemessenen MEFVC-Werten oder mit spirometrischen Daten.

6. Die Formanalyse der MEFVC ermöglicht eine sichere Diagnose des expiratorischen Bronchialkollapses sowie der fixen und variablen extrathorakalen Stenosen. Die MEFVC ist hier aussagefähiger, als üblicherweise verwendete Kriterien oder kann diese sinnvoll ergänzen.

1.2. Fragestellung der eigenen Untersuchung

Die Durchsicht der Literatur hat deutlich gemacht, daß es zur Klärung der Aussagefähigkeit der MEFVC noch ergänzender Untersuchungen bedarf.

Eine ausführliche methodenkritische Literaturanalyse wäre für die Planung weiterer Forschung sehr hilfreich. Die bisher vorliegenden Referenzwerte müssen an geeigneten, großen Kollektiven überprüft werden. Zur besseren Beurteilung der Sensitivität einzelner quantitativer Auswertungskriterien und des praktischen Nutzens der MEFVC im Rahmen der Lungenfunktionsdiagnostik fehlen Untersuchungen an großen Patienten-Stichproben.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Antwort auf die Frage nach der praktischen Relevanz des Einsatzes der MEFVC im Vergleich zu Spirometrie und Ganzkörperplethysmographie in der Routine-Lungenfunktionsdiagnostik leisten.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Krankengut

Die Untersuchungen wurden im Lungenfunktionslabor der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen durchgeführt. In diesem Labor werden zugewiesene Patienten aus allen Universitätskliniken und, in geringem Umfang, Patienten niedergelassener Ärzte untersucht. Die Stichprobe umfaßt alle Patienten eines Zeitraums von ca. sechs Monaten, für die der zuweisende Arzt mindestens die spirometrische und ganzkörperplethysmographische Lungenfunktionsprüfung wünschte. Bei diesen Patienten wurde die Aufzeichnung der Fluß-Volumen-Kurve zusätzlich in das vorgesehene, sonst übliche diagnostische Programm aufgenommen.

Insgesamt wurden 978 Personen untersucht, 673 männliche und 305 weibliche. Die Altersverteilung geht aus Tabelle 2 hervor:

ALTER in Jahren	GESCHLECHT weiblich	männlich	alle
0 - 5	0	9	9
5 - 10	0	7	7
10 - 15	4	3	7
15 - 20	7	17	24
20 - 25	25	57	82
25 - 30	25	39	64
30 - 35	15	35	50
35 - 40	20	49	69
40 - 45	33	63	96
45 - 50	42	60	102
50 - 55	25	80	105
55 - 60	35	90	125
60 - 65	18	61	79
65 - 70	32	53	85
70 - 75	18	40	58
75 - 80	6	5	11
80 - 90	1	4	5

Tabelle 2

Die Klassifikation der Patienten erfolgte nach den klinischen Diagnosen der zuweisenden Ärzte. Tabelle 3 gibt die Verteilung auf die Diagnosegruppen wieder:

DIAGNOSEGRUPPEN		
Nr.	Bezeichnung	Pat.
1	obstruktive Lungenerkrankung	214
2	restriktive Lungenerkrankung	152
3	Aortenstenose, Aorteninsuffizienz	33
4	Mitralstenose, Mitralinsuffizienz	34
5	KHK mit und ohne Infarkt	80
6	Kardiomyopathie, Herzinsuffizienz	35
7	Hämato./onkol. Systemerkrankungen	195
	andere Tumoren, Medik.-Tox./Toxische Lungenschäden, Kollagenosen, Lymphangiosis malig.	
8	Trachealstenose	15
9	ohne Diagnose	92
10	alle Diagnosen ohne 1-8	128
	Gesamtzahl der Patienten	978

Tabelle 3

In die Auswertung der Konkordanzen[1] verschiedener Funktionstests wurden nur Daten solcher Personen aufgenommen, für die sämtliche spirometrischen und ganzkörperplethysmographischen Werte vorlagen, die quantitativen Kriterien der MEFVC an geeigneten Kurven zu ermitteln waren und die Personendaten vollständig zur Verfügung standen. Die durch die Nichtberücksichtigung von Personen mit fehlenden Daten dieser Art bedingte Verkleinerung der Stichprobe hat zu keinem erkennbaren systematischen Fehler geführt.

[1] Systematische Analyse der Übereinstimmung/Nichtübereinstimmung der Befunde einzelner Tests.

2.2. Apparatur und Untersuchungsgang

Sämtliche lungenfunktionsanalytischen Untersuchungen wurden an einem Meßplatz der Firma DR. FENYVES & GUT, Basel, durchgeführt. Ganzkörperplethysmographische Messungen fanden in einem druckkonstanten Body-Plethysmographen statt. Die spirometrischen Werte und die Fluß-Volumen-Kurven wurden mit einem offenen pneumotachographischen System bestimmt. Die Apparatur wurde täglich volumetrisch geeicht. Die Aufzeichnung der Kurven erfolgte, ohne Zwischenspeicherung der Signale, mit einem X/Y-Schreiber der Firma HEWLETT-PACKARD.

Die Untersuchungen fanden vormittags statt. Ein Untersuchungsgang dauerte in der Regel sieben bis zehn Minuten. Die einzelnen Messungen in ihrer tatsächlichen Folge:

A GANZKÖRPERPLETHYSMOGRAPHIE (druckkonstanter Bodyplethysmograph)	1. Resistance-Kurve 2. Thorakales Gasvolumen 3. Expir. Reservevolumen
B FLUSS-VOLUMEN-KURVE (offenes pneumotachograph. System)	4. 3 Fluß-Volumen-Kurven
C SPIROMETRIE (offenes pneumotachograph. System)	5. Inspir. Vitalkapazität 6. Expir. Vitalkapazität 7. Forciertes Inspir. Volumen 8. Forciertes Expir. Volumen 9. Atemgrenzwert

Wenn möglich, wurden drei FVC bei erkennbar ausreichender Kooperation bestimmt. Bei einigen Patienten konnte, meist wegen mangelnder Belastungsfähigkeit, nur eine oder zwei FVC ermittelt werden. Die Aufzeichnung der Kurven erfolgte mit der Eichung des X/Y-Schreibers: Atemfluß $\dot{V}$: 10 Liter/sec = 10 cm; Volumen V: 1 L = 1cm. Alle Messungen wurden im Sitzen durchgeführt. Die Patienten trugen Nasenklemmen.

(Ein Originalprotokoll findet sich in Tabelle 12, Original-Registrierungen der FVC finden sich in Abb. 2.)

2.2. Auswertung

Die statischen und dynamischen Lungenvolumina wurden in üblicher Weise (127) aus den ganzkörperplethysmographischen und spirometrischen Daten ermittelt. Die Resistance wurde als mittlere Resistance im Bereich des Atemflusses von +/- 1 Liter pro Sekunde bestimmt.

Von der FVC wurde nur der expiratorische Teil ausgewertet. Zur Ermittlung der quantitativen Parameter der MEFVC wurde, abweichend von den Empfehlungen der ATS (46), die Kurve mit dem größten maximalen Fluß (PEF) ausgewählt. Die Anwendung dieses Kriteriums führt zu vergleichbar zuverlässigen Ergebnissen und ist weniger zeitaufwendig (101, 115). Aus der Kurve wurden PEF, FEF25%, FEF50% und FEF75% bestimmt (noch in der Lunge verbliebenes Volumen in Prozent der Vitalkapazität; s. Abb. 1).

Die ermittelten Ist-Daten wurden off-line mittels EDV erfaßt und in einem standardisierten Datenverarbeitungssystem durch individuelle Patientendaten aus der Datenbank sowie durch Befunde und Diagnosen ergänzt. Bestandteil des Programms ist ein Soll/Ist-Vergleich aller Funktionswerte (s. Tab. 12). Für die Parameter

der MEFVC werden die von KNUDSON (70) angegebenen Normalwerte als Referenz verwendet, für alle anderen Funktionsparameter die Normalwerte von RÜHLE und MATTHYS (108).

Neben den quantitativen Daten gehen auch die Beurteilungen der ermittelten Kurven in die Befunde ein. Für die MEFVC war dies nur der Befund: Expiratorischer Bronchialkollaps (67).

Die Daten wurden zur weiteren Verarbeitung auf Floppy-Discs übertragen und mit den Rechnern des Institutes für Medizinische Biometrie der Universität Tübingen ausgewertet.

3. ERGEBNISSE

3.1. Stichprobe

Tabelle 13 gibt Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Funktionswerte bezogen auf die gesamte Stichprobe wieder. Mit Ausnahme der Werte für TLC und FEV1% weichen alle Mittelwerte der erhobenen Befunde signifikant (t-Test, p kleiner als 0,01, MITTENECKER (89)) von der Norm ab. Die Stichprobe stellt also, wie erwartet, ein Sonderkollektiv mit pathologischen Lungenfunktionsparametern dar. Aufgrund der großen Patientenzahl und des Auswahlmodus ist, gestützt auf dieses Ergebnis, davon auszugehen, daß die Stichprobe repräsentativ für das Kollektiv der Patienten ist, die im Lungenfunktionslabor der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen üblicherweise untersucht werden. Ein quantitativer Vergleich mit Parametern einer größeren Stichprobe zur Sicherung dieser Annahme wurde nicht durchgeführt.

Zur weiteren Charakterisierung der Stichprobe wurden in Tabelle 14 die erhobenen pathologischen Befunde nach Diagnosegruppen geordnet dargestellt. Bemerkenswert erscheint, neben der geringen Zahl pathologischer FEV1%, daß FEF50% der mit Abstand am häufigsten pathologisch ausfallende Fluß-Parameter ist.

3.2. Ergebnisse zur Fluß-Volumen Kurve

3.2.1. Variabilität der Parameter

Die Variabilität der Parameter der MEFVC in der Gesamtstichprobe entspricht den Erwartungen. PEF und FEF75% weisen, da sie im kooperations-abhängigen Teil der Kurve liegen, die größten Standardabweichungen auf, gefolgt von FEF50% und FEF25%. FEF25% hat in dieser Stichprobe, die gleiche Variabilität wie der klassische Obstruktionsparameter FEV1.

Die Funktionsparameter der Diagnosegruppen: Obstruktive Lungenerkrankungen, restriktive Lungenerkrankungen und Trachealstenose sind in Tabelle 16 dargestellt. Hinsichtlich der Variabilität der Befunde zur FVC ist kein wesentlicher Unterschied im Vergleich zur Gesamtstichprobe festzustellen. Bei der Trachealstenose zeigen die Werte für FEF25% eine deutlich geringere Variabilität als die für FEV1. Allerdings ist hier nur die Tendenz interessant, statistisch ist die Differenz der Standardabweichungen wegen der in dieser Gruppe geringen Stichprobengröße nicht signifikant (FISHER(F), p größer als 0,05 (89)).

3.2.2. Korrelationen

Tabelle 15 stellt die Koeffizienten der Korrelationen der Parameter der MEFC mit einigen üblichen Parametern anderer Lungenfunktionstests dar. Alle Korrelationen, mit Ausnahme der für die Diagnosegruppe Trachealstenose, sind mit p kleiner als 0,01 signifkant, ebenso die Korrelationen der prozentualen Abweichungen (t-Test (89)). Bei Patienten mit Trachealstenose korrelieren die prozentualen Abweichungen der Werte für FEF25%, FEF50% und der Werte für FEV1 nicht signifikant. Für alle anderen Koeffizienten in dieser Gruppe ist p kleiner als mindestens 0,05 (t-Test (89)).

Die Parameter der MEFVC korrelieren zwar mit den "klassischen" Obstruktions-Kriterien FEV1 und RAW signifikant, jedoch nicht so hoch, daß nicht noch zusätzliche Informationen zu erwarten wären. Bei der Gesamtstichprobe und bei den restriktiven Erkrankungen zeigt FEF25%, im Vergleich zu den anderen Fluß-Werten, die niedrigste Korrelation mit FEV1 (s. Korr. der prozent. Abweichungen). Bei den obstruktiven Lungenerkrankungen und insbesondere bei der Diagnose der Trachealstenose

ist durch FEF25% und FEF50% eine zusätzliche Information im Vergleich zu den üblichen Funktionskriterien zu erwarten.

3.3.3. MEFVC bei einzelnen Diagnosegruppen

Aufgrund der Mittelwerte (s. Tab. 16) wurden für folgende Diagnosegruppen schematische Fluß-Volumen-Kurven gezeichnet: Obstruktive Lungenerkrankungen (s. Abb. 3), Restriktive Lungenerkrankungen (s. Abb. 4) und Trachealstenose (s. Abb. 5). Der Fluß ist auf der Ordinate, das ausgeatmete Volumen auf der Abszisse aufgetragen. Die obere Kurve stellt die Normalkurve der jeweiligen Patienten-Stichprobe dar, d.h., die Parameter sind Mittelwerte der alters- und geschlechtsbezogenen Normalwerte nach KNUDSON (70). Die Standardabweichungen von PEF, FEF25%, FEF50%, FEF75% und die VC sind als Strecken eingezeichnet.

Alle Kurven weichen in allen Meßwerten signifikant von der jeweiligen Normalkurve ab (t-Test, p kleiner als 0,01). Die Kurvenverläufe entsprechen in ihrer schematischen Form den bekannten Formen der jeweiligen Krankheitsgruppe (s. Abb. 2). Die Kurven bei Obstruktion und Trachealstenose weichen am stärksten von der Norm ab: relativ schneller Anstieg zum niedrigen Maximalen Fluß, langsamer Abfall bei deutlich reduzierter VC. Bei der Obstruktion nimmt der Fluß nach Erreichen des Maximums im Vergleich zur Norm zunächst sehr schnell ab (größte Differenz bei FEF75%), um dann erst langsamer zu sinken. Charakteristischerweise ist der Abfall des Flusses zwischen PEF und FEF25% bei der Trachealstenose noch geringer. Mit Ausnahme der Differenz für PEF sind die Meßwerte für Obstruktion und Trachealstenose nicht signifikant verschieden (für PEF ist p kleiner 0,05 (t-Test)). Beide Kurven unterscheiden sich bei PEF, FEF75% und FEF50% signifikant (t-Test, p kleiner 0,01) von der

Kurve der Patienten mit restriktiven Lungenerkrankungen. Die Werte für FEF25% unterscheiden sich zwischen allen Diagnosegruppen nicht signifikant.

Der Kurvenverlauf bei restriktiven Lungenerkrankungen ist aufgrund der pathophysiologischen Korrelate der FVC (s.o.) zu erwarten: eine zur Volumenachse fast konkave Form des absteigenden Teiles, d.h., ein relativ hoher Fluß bei allerdings stark reduzierter VC. Die Kurve gleicht, in stark "verkleinerter" Form, der Normalkurve bei jungen Erwachsenen.

Die MEFVC bei Restriktion unterscheidet sich in dieser relativ großen Stichprobe zwar signifikant von der Norm, wegen der geringen Differenzen und der großen Standardabweichungen kann hier in der Regel keine diagnostisch relevante Zusatzinformation aus der Interpretation von Einzelbefunden erwartet werden. Für die Diagnose obstruktiver Lungenerkrankungen und insbesondere der Trachealstenose, kann die Auswertung der MEFVC, vor allem die Interpretation des Kurvenverlaufs, hilfreich sein.

3.2.4. Vergleich der Konkordanzen pathologischer Befunde bei der MEFVC und anderen Funktionstests

Zur weiteren Prüfung der diagnostischen Relevanz der MEFVC wurden Konkordanzprüfungen zwischen den Ergebnissen verschiedener Lungenfunktionstests und den Befunden aus der MEFVC durchgeführt. Die sehr einfache Arbeitshypothese lautet: Ein praktisch relevanter Zusatznutzen durch den Einsatz der MEFVC in der Routine-Diagnostik ist dann anzunehmen, wenn es gelingt, mehr "echte" pathologische Befunde als mit anderen Funktionstests oder deren Kombinationen zu erheben. Die Frage der Wertigkeit der pathologischen Befunde und der Verfahrensökonomie bleibt dabei zunächst außer Betracht. Das Verfahren ermöglicht also eine grobe Prüfung auf Sensitivität

und Spezifität. Zur Sicherung der Ergebnisse ist allerdings eine Diskriminanzanalyse mit einer ausreichend großen, unter gleichen Bedingungen untersuchten, Gruppe lungengesunder Patienten als Referenz-Gruppe notwendig.

Zunächst wurden die Konkordanzen der Befunde aus der Spirometrie ("kleine Lungenfunktionsprüfung" VC, FEV1, FEV1%) und der Befunde aus der MEFVC geprüft, im zweiten Schritt die Konkordanzen der Befunde aus dem kompletten ganzkörperplethysmographischen Untersuchungsgang (einschl. der spirometrischen Befunde; s. Aufstellung u. 2.2.) und denen aus der MEFVC (Tab. 17). Diese Gegenüberstellungen ermöglichen nur eine sehr unspezifische Aussage über den Informationsgehalt der MEFVC, da alle pathologischen Befunde aus allen Tests hier als gleich bedeutsam gewertet werden. Geprüft wird somit nur die Tauglichkeit der MEFVC als Screening-Test. Der Vergleich ist deshalb in erster Linie bezogen auf die Gesamtstichprobe interessant, da aufgrund der Verteilung der Diagnosen der zugewiesenen Patienten hier Personen mit bisher nicht bekannten Lungenerkrankungen zu vermuten sind.

Bei der Anwendung der üblichen Fehlertoleranzen von 2 Standardabweichungen können mit der MEFVC im Vergleich zur Spirometrie 30 Patienten mit pathologischen Befunden mehr identifiziert werden (3,6% der Gesamtzahl der Patienten). Bei der Anwendung der Toleranz von einer Standardabweichung (für die Werte der MEFVC bisher nicht hinreichend begründet) werden 78 Personen (9,26%) identifiziert (Wert in Klammern). In 406 = 48,2% (535) Fällen ergeben beide Verfahren pathologische Befunde. Bemerkenswert ist die Zahl von 241 = 28,62% (112) Fällen, bei denen die Spirometrie pathologische Befunde ergibt, die Auswertung der MEFVC jedoch nicht. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß hier Personen mit reduzierter VC und normalen Fluß-Werten enthalten sind.

Der direkte Vergleich der MEFVC mit dem Obstruktionskriterium FEV1 (s. Tab. 18) zeigt jedoch, daß FEV1 in 156 = 18,53% (66) Fällen pathologisch ist, die Werte der MEFVC nicht.

Der Einsatz der ganzkörperplethysmographischen Untersuchung zusätzlich zur Spirometrie ergibt 158 = 18,8% pathologische Befunde mehr; die MEFVC vermag bei diesem diagnostischen Aufwand kaum Zusatzinformation zu bieten: 3 (5) Fälle = 0,36% weitere pathologische Befunde. Auch hier ist eine erhebliche Zahl von Fällen mit pathologischen Befunden in den Vergleichstests und Normalbefund in der MEFVC zu verzeichnen. Im direkten Vergleich der MEFVC mit FEV1+RAW+SRAW stehen in 216 (97) Fällen pathologische Befunde bei FEV1, RAW, SRAW Normalwerte der MEFVC-Kriterien gegenüber.

Die Konkordanzen von Testwerten der MEFVC und kleiner Lungenfunktionsprüfung / GKP wurden auch für die Diagnosegruppen: Obstruktion, Restriktion und Trachealstenose ermittelt, um in diesen Fällen die tendentiellen Übereinstimmungen der Tests zu prüfen. Diagnostisch relevante Zusatzinformationen sind bei bereits gestellter Diagnose von der MEFVC kaum zu erwarten, bzw. mit der angewendeten Konkordanzprüfung nicht zu ermitteln. Die Übereinstimmungen der Testbefunde ist bei den obstruktiven Erkrankungen und der Trachealstenose im Vergleich zu den restriktiven Erkrankungen erwartungsgemäß groß.

Bei der Analyse der Konkordanzen der einzelnen MEFVC-Kriterien fällt eine größere Zahl zusätzlicher pathologischer Befunde bei den Parametern FEF50% und FEF25% im Vergleich zu FEF75% und PEF auf. Erwartungsgemäß zeigen die Kriterien für den Fluß bei niedrigen Volumina eine etwas größere Sensitivität. Die Unterschiede sind, bei allerdings sehr niedrigem Quantifizierungsniveau bei Statistik, signifikant ($r\phi$ u. ^{2}-Test (89)).

Zur Präzisierung der bisherigen Ergebnisse wurde als weiterer Schritt eine Konkordanzprüfung der Befunde aus der MEFVC mit den Befunden der "klassischen" Obstruktions-Parametern FEV1 und RAW/SRAW vorgenommen (Tab. 18). Die Nichtübereinstimmung der pathologischen Befunde bei FEV1 und RAW+SRAW+FEV1 mit den Befunden aus der MEFVC in erheblichem Umfang wurde bereits weiter oben erwähnt.

Die Bestimmung der MEFVC ergibt gegenüber der Messung des FEV1 42 (129) zusätzliche pathologische Befunde aus der Gesamtstichprobe (=5,0%). Gegenüber der Kriterienkombination RAW+SRAW+FEV1 lassen sich mit der MEFVC weitere 28(86) (=3,2%) pathologische Befunde erheben. Von den 42 Patienten mit pathologischen Fluß-Werten, die durch die MEFVC zusätzlich bestimmt wurden, hatten vier die Vor-Diagnose "obstruktive Lungenerkrankung", zwei die Diagnose "restriktive Lungenerkrankung", einer hatte eine Trachealstenose, ein weiterer einen nicht näher definierten Lungenbefund. Für alle anderen Patienten (32 = 3,8%) lag vor der Lungenfunktionsprüfung keine Kenntnis über eine Erkrankung der Atemwege vor. Aufgrund dieser Ergebnisse kann angenommen werden, daß die Auswertung der MEFVC zusätzliche Informationen im Vergleich mit üblicherweise bestimmten Obstruktionskriterien erbringt.

Die Ergebnisse der Konkordanzprüfungen der verschiedenen Obstruktions-Kriterien mit den Befunden der MEFVC zeigen wiederum eine deutlich höhere Sensitivität der Fluß-Parameter FEF25% und insbesondere FEF50%. Beide Parameter erfassen aber nur einen Teil der mit allen Kriterien der MEFVC erhobenen pathologischen Befunde, so daß grundsätzlich auch alle Werte bestimmt werden sollten.

3.2.5. Diagnose des expiratorischen Bronchialkollapses

Die MEFVC ermöglicht aufgrund des charakteristischen Kurvenverlaufs (s. u. 1.1.3.) eine zuverlässige Diagnose des expiratorischen Bronchialkollapses. Aus der Gesamtstichprobe konnte bei 31 Patienten (= 3,7%) diese Diagnose gestellt werden, ohne daß mit der Spirometrie pathologische Befunde erhoben wurden.

4. Diskussion und Schlußfolgerungen

4.1. Zu Methode und Daten

Die zur Datenerhebung verwendeten lungenfunktionsanalytischen Methoden, einschließlich der Meßmethoden für die MEFVC, entsprechen, soweit vorhanden, den Empfehlungen der ATS (46). Die Auswahl der für die Auswertung verwendeten MEFVC wurde, abweichend von den ATS-Empfehlungen nach dem Kriterium "bester maximaler Fluß" vorgenommen. Diese Auswahlmethode ist vergleichbar zuverlässig und weniger arbeitsaufwendig (s. u. 2.2., (103,116).

Alle Messungen wurden vormittags, am gleichen Meßplatz und durch die gleiche Person vorgenommen. Alle Kurven-Auswertungen erfolgten ebenfalls durch die gleiche Person. Ein möglicher Meßfehler durch Beurteiler-Bias bei der quantitativen Auswertung der MEFVC wäre somit als konstant anzusehen und hätte, zumindest bei der gewählten Eichung wegen der großen Variabilität der Befunde keine praktische Bedeutung.

Aufgrund des Untersuchungsgangs (2.2.) ist eine die Aussagefähigkeit der MEFVC beeinträchtigende Beeinflussung durch die "Flow-history" (1.1.2.) nicht zu erwarten.

Die Stichprobe der Patienten ist, für die Fragestellung dieser Untersuchung, als hinreichend groß und repräsentativ anzusehen.

4.2. Zur Aussagefähigkeit der MEFVC

Die Untersuchung sollte Informationen zur Beantwortung der Frage nach der Nützlichkeit des Einsatzes der MEFVC im Rahmen der Routine-Diagnostik im Lungenfunktionslabor einer Universitätsklinik erbringen. Die einfache Arbeitshypothese lautete:

Eine diagnostische Relevanz der MEFVC ist zunächst dann anzunehmen, wenn es durch Auswertung nach üblichen Kriterien gelingt, zusätzlich korrekte pathologische Befunde im Vergleich zu bisher verwendeten Funktionstests zu ermitteln.

Die Korrektheit der Befunde kann aufgrund der beschriebenen Methode und der verwendeten Normalwerte und Toleranzgrenzen als gesichert angesehen werden. Weitergehende, differenzierte klinische Wertungen der Befunde aus der MEFVC sind im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich.

Im folgenden soll aufgrund der vorliegenden Ergebnisse zu den zusammenfassenden Wertungen der Literaturanalyse (1.1.3.) Stellung genommen werden.

1. Kurvenverlauf: Für obstruktive und restriktive Lungenerkrankungen sowie für die Trachealstenose konnten charakteristische Kurvenverläufe bestimmt werden, die sich in ihren Parametern untereinander und von stichprobenbezogenen Normalkurven signifikant unterscheiden. Hinsichtlich der Diagnose obstruktiver Lungenerkrankungen sind aus der Beurteilung des Verlaufs der MEFVC, im Vergleich zur herkömmlichen Spirometrie, Zusatzinformationen zu erwarten. Die zuverlässige Diagnose einer restriktiven Funktionsstörung scheint dagegen, nach diesen Befunden, allein aus der Kurve eines Patienten nicht möglich zu sein.

2. Sensitivität im Vergleich zu Spirometrie und GKP:
Die Auswertung der MEFVC erbrachte zur Diagnose obstruktiver Lungenerkrankungen erhebliche Zusatzinformationen, sowohl im Vergleich zum Obstruktionsparameter FEV1 als auch zur Resistance-Bestimmung. Die sehr zahlreichen Fälle der Nichtübereinstimmung pathologischer Befunde zu den Kriterien der MEFVC im Vergleich zu FEV1 und RAW begründen die Schlußfolgerung, die

MEFVC, auch gegenüber der "einfachen Spirometrie", nur als ergänzendes Verfahren einzusetzen. Eine sicherere vergleichende Beurteilung der Sensitivität und Spezifität der MEFVC in diesem klinisch-diagnostischen Rahmen, bleibt Diskriminanzanalysen auf breiter quantitativer Grundlage vorbehalten.

3. Aussagefähigkeit einzelner Kriterien der MEFVC:
Von den gemessenen Fluß-Werten PEF, FEF25%, FEF50%, FEF75% erwiesen sich FEF25% und vor allem FEF50% als sensitiver. Um den Informationsgehalt der MEFVC auszuschöpfen, ist jedoch die Berechnung aller Parameter erforderlich. Die Anwendung verschiedener Ergänzungskriterien zur Beurteilung der MEFVC, die in der Literatur bisher vorgeschlagen wurden (s. Anhang, Tab. 1-11: DIEM et al. (33), EVERS (37), EVERS et al. (38), JANSSEN et al. (65), JORDANOGLU et al. (66), MEAD (86), MÜLLER et al. (91), VERMAAK et al. (128)), erscheint für die Routine-Diagnostik zu aufwendig.

4. Eignung der MEFVC als "small-airway test":
Da keine Diskriminanzanalyse durchgeführt wurde, ermöglicht diese Untersuchung keine präzise Aussage über die Leistungsfähigkeit der MEFVC als Screening-Verfahren zur Früherkennung der SAD. Die Ergebnisse der Konkordanzprüfungen zwischen den Befunden der sogenannten "kleinen Lungenfunktionsprüfung" (Spirometrie mit: VC, FEV1, FEV1%), der Ganzkörperplethysmographie und der MEFVC zeigen jedoch, daß durch die Wertung der MEFVC Personen mit pathologischen Fluß-Parametern gefunden werden, die Normalbefunde in der "kleinen Lungenfunktionsprüfung" haben. Die MEFVC brachte auch im Vergleich zur Resistance-Bestimmung Zusatzinformationen (s.o.). Die Untersuchung läßt jedoch wegen der Zusammensetzung der Patienten-Stichprobe und der gewählten Auswertungsmethode (keine Differenzierung nach Schweregraden der Obstruktion, keine Differenzierung Rau-

cher / NR) keine Schlußfolgerungen dahingehend zu, daß es sich bei diesen Befunden tatsächlich um Früherkennungen von Atemwegserkrankungen handelt.

5. Diagnose des Bronchialkollapses:
Die Untersuchung hat gezeigt, daß aufgrund der Bewertung der MEFVC eine sichere Diagnose des expiratorischen Bronchialkollapses möglich ist. Die MEFVC ist hier leistungsfähiger als die herkömmlichen spirometrischen Messungen.

4.3. Praktische Konsequenzen

Aus der Literaturanalyse und den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung lassen sich folgende praktische Konsequenzen ableiten:

1. Zur besseren Beurteilung der Leistungsfähigkeit der MEFVC sind weitere Arbeiten erforderlich (präzisere Normalwerte, Differentialdiagnostische Relevanz, Früherkennung der SAD).

2. Die MEFVC sollte im Lungenfunktionslabor der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen routinemäßig, vorzugsweise in Ergänzung zur Spirometrie und ggf. GKP, bestimmt werden. Der zusätzliche Zeitaufwand von ca. fünf Minuten (Aufzeichnung der FVC, Auswertung nach PEF, FEF25%, FEF50%, FEF75% und der Daten-Eingabe), erscheint gerechtfertigt.

3. In Lungenfunktionslabors oder Praxen ohne Ganzkörperplethysmographen sollte die MEFVC-Beurteilung als zusätzliches Verfahren eingesetzt werden. Die Messung kann spirometrisch oder pneumotachographisch erfolgen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Fragestellung

Prüfung der Aussagefähigkeit der Maximalen Expiratorischen Fluß-Volumen Kurve (MEFVC) im Rahmen der Routine-Diagnostik im Lungenfunktionslabor einer Universitätsklinik.

Allgemeiner Teil

Es wird über das Ergebnis der Analyse von 130 Veröffentlichungen zur MEFVC aus den letzten zehn Jahren berichtet. Zur diagnostischen Relevanz der MEFVC liegen sehr widersprüchliche Informationen vor. Es überwiegen Aussagen, in denen die MEFVC als wesentliche Ergänzung des diagnostischen Repertoires, insbesondere zur Früherkennung obstruktiver Lungenerkrankungen, bezeichnet wird.

Material und Methode

In einem Zeitraum von ca. 6 Monaten wurden alle dem Labor zur Untersuchung zugewiesenen Patienten in die Untersuchungsstichprobe aufgenommen: 978 Personen, davon 305 weiblich und 673 männlich (Alter: 5-90 Jahre). In 530 Fällen waren Erkrankungen der Atemwege vor der Untersuchung bekannt (u.a. 214 obstruktive, 152 restriktive). Die normale Lungenfunktionsprüfung umfaßte die Bestimmung von: VC,RV,TGV,TLC,FEV1,FEV1%,AGW, RAW,SRAW. Zusätzlich wurden gemessen: Maximaler Expiratorischer Atemfluß (PEF), Fluß bei 25%,50%,75% der Vitalkapazität (FEF25% etc.). Die plethysmographischen Messungen erfolgten im druckkonstanten Bodyplethysmographen, Spirometrie und Messung der MEFVC pneumotachographisch im offenen System.

Ergebnisse

1. Für obstruktive Lungenerkrankungen, Trachealstenose, restriktive Lungenerkrankungen konnten charakteristische MEFVC bestimmt werden, die sich in allen Parametern jeweils signifikant von der Normalkurve unterscheiden. 2. Aus der Gesamtstichprobe konnten 30 Personen (=3,6%) mit pathologischen Werten in der MEFVC ermittelt werden, die Normalbefunde bei VC, FEV1, FEV1% hatten. 3. 42 (= 5,0%) Personen aus der Gesamtstichprobe hatten pathologische Fluß-Werte bei Normalbefunden in FEV1 und 28 Personen (=3,3%) mit path. Fluß-Werten hatten Normalbefunde für FEV1,RAW,SRAW. 4. In 156 Fällen (=18,5%) war FEV1 pathologisch, die Fluß-Werte dagegen normal, in 216 Fällen (=25,7%) mit path. Befund bei FEV1,RAW,SRAW waren die Kriterien der MEFVC normal. 5. FEF50% und FEF25% erwiesen sich als etwas sensitiver als PEF und FEF75%. Nur alle Werte gemeinsam schöpfen die Information der MEFVC aus

Die MEFVC kann, im Vergleich zu herkömmlichen spirometrischen und bodyplethysmographischen Methoden, zusätzliche Informationen zur Diagnose von Lungenerkrankungen bringen, sollte aber nur ergänzend eingesetzt werden.

6. TABELLEN

F L U S S - V O L U M E N - D I A G R A M M

LITERATURANALYSE

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
ABBOUT, R.T. et.al.	1975	MMEF CV; Obstrukt.	38 P 84 N	Identifikation v. P. mit leichter Obstrukt.	MEF sensitiver als MMEF und CV; Kombin. MEFV/CV für screening empfohlen
ANTIC, R. et.al.	1976	Asthma He/O_2	?	Vergleich He/O_2 gegen Luft-FVC	Effekte der Bronchodilatatortherapie lassen sich besser oder überhaupt nur durch Vergleich Luft-FVC mit He/O_2 nachweisen
BECK, G.J. et.al.	1981	Rauchen	2817NR 664EXR 1209 R	Einfluß des Rauchens auf LUFU	Fluß-Werte (FEF/50%; FEF/25%) differenzieren zwischen verschiedenen Graden des Zigarettenkonsums, nicht aber zw. Nicht-Rauchern u. Ex-Rauchern
BEDU, M. et.al.	1979	Asbestose He/O_2	61	Korrelation klin.Daten mit Röntgen u. FVC	He/O_2-FVC nicht sensitiver als Luft-FVC FVC identifiziert Asbestose eher als RÖ, normale LUFU (Spirom.) und klin. Daten
BELEN, J.E.	1977	Tracheal-CA	1	Diagnost. Hilfe d. FVC	Vergleich Delta Vmax/50% bei Luft- u. He/O_2-FVC ermöglichte Diagnose(RÖ Ø)
BEREND, N. et.al.	1981	He/O_2; VisoV Methode	10	Variabilität bei Vpn und Beurteilern	FEF/50% intraindividuell, beurteiler- u. zeitstabil; interindividuell sehr var.; DeltaFEF/50% und VisoV sind so variabel, daß Verwendung nicht empfohlen wird
BENATAR, S.R. et.al.	1975	Asthma He/O_2	31	Einfluß der Asthma-Th. auf FVC	Diff. zwischen He/O_2-FVC und Luft-FVC zeigte Behandlungs-Erfolg gut an
BLACK, L. et.al.	1974	Rauchen Methode	193	Variabilität der FVC bei Rauchern u. NR	Variationskoeff. durchschn. bei 27%, Bezug auf TLC bringt keinen Vorteil
BOGAARD, J.M. et.al.	1982	He/O_2		Aussagefähigkeit der dichteabhängigen FVC	Dichteabhängigkeit der FVC ermöglicht "Lagediagnose" der Obstruktion; wegen erhebl. Variab. problemat. Interpret.

Tab. 1

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
BOUHUYS, A. et.al.	1978	Methode		Kalibrierung	motorgetriebene Kalibrier-Einrichtung produziert FEV1.0 od. FVC mit Fehler kleiner 0,6%
BROOKS, S.M. et.al.	1978	Raucher He/O_2; SF_6/O_2	58	Verbesserung der Diagn. der SAD durch Berücks. der Dichteabh. FVC	keine signifik. Diff. zwischen R / NR bei FVC-Luft; sign. Diff. R/NR bei DeltaVmax50% He/O_2 i.Vgl. zu Luft; ebenso zw. DeltaVmax50% u. 75% bei Vgl. He/O_2 u. $SF6/O_2$
BRUCE, E.N. et.al.	1980	Methode			Entwicklung einer digitalen Methode zur Unterdrückung des Rauschens bei FVC, Möglichkeit der Analyse d. Breichs zwischen 5% u. 10% VC
BRUSASCO, V. et.al.	1981	Methode	11	Einfluß d. Volume-Hist. (TLC) auf FVC	signif. Reduktion des RV u. Anstieg d. FEF40%; nach Methacholin verstärter Eff.
BUCKLEY, J.M. et.al.	1975	Asthma	40	Vergleich klass. Spirometrie mit FVC u.a. bei Bronchokonstr.	MMEF (neben SGaw, CV) war am sensitivst. FEV1 u.FVC weniger
BUIST, S. et.al.	1979	Rauchen	15(42)	Auswirkungen d. Rauch. auf LUFU (Langzeit)	sign. Diff. zw. Ex-Rauchern u. Rauchern in MMEF (ebenso CC; single b. N_2; FEV1) für 8 Monate zunehmend, dann Plateau
BUSSI, S. et.al.	1979	COLD He/O_2; $\dot{V}isoV$	54	Nützlichkeit der He/O_2-Meth. u. $\dot{V}isoV$	sign. Diff. zw. Bronchitikern u. Emphys. bei FEF 50% u. 25% (Luft) keine zusätzlichen Informat. durch VisoV und He/O_2-FVC
COCHRANE, G.M. et.al.	1977	Methode	10	intrasubjektive Variab. der FVC	keine Tagesschwankungen; erhebliche Var. über 1-6 Wochen (FEF75%: 34%; FEF50%: 25%; FEV1: 19%; FVC: 9%)
COHEN, B.M.	1977	COLD He/O_2; $\dot{V}isoV$	60	Vergleich d. Reaktion auf Bronchodilatation	$\dot{V}isoV$ erweist sich als sensitiver
CONNELAN, S.J. et.al.	1982	COLD FIF	10	Auswirkung v. Salbutamol (Aerosol) a. LUFU	nach Bronchodil. besserte sich d. FIF erheblich, nicht dagegen FEF

Tab. 2

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
CORBIN, R.P. et.al.	1979	Rauchen	42	Langzeitwirkung des Rauchens auf LUFU	signif. Verringerung des Flusses bei FEF25%; keine bei FEF50% (sowie beiFEV1 und FEV1/VC)
CORMIER, Y.F. et.al.	1980	akute Obstr. ob. Luftwege	3	FVC zur Diagn. e. var. extrathorak. Obstr.	Reduktion FEF50% u. inspir. PEAK-Flow ermöglichten d. Diagnose (and. Bef. Ø)
COSIO, M. et.al.	1977	Patholog.Bef. SAD He/O_2	36	Korrelation zw. path. Befunden u. LUFU	MMEF und DeltaVmax He/O_2-Luft wegen zu großer Variabilität nicht aussagefähig; single b. N_2, VisoV̊ und CV differenz. am besten zw. path. Schweregraden I/II
COTTAN, D.J. et.al.	1982	Rauchen Staubexpos. He/O_2	164 (164)	Auswirkungen auf LUFU	keine sign. Untersch. zw. Gesunden u. Rauchern i. Vgl. d. FVC He/O_2-Luft; FEV1/FVC% bei Rauchern sign. geringer; Delta Vmax50% He/O_2-Luft u. Delta Vmax 50% N_2/O_2-Luft als Indikator für SAD (reduzierter Wert) nur bei gleichzeit. Staubexposition u. Rauchen
CRAPO, R.O. et.al.	1981	Normalwerte	251	Bestimmung v. Normalw. nach ATS-Empfehlungen	Es werden Regressionsgleichungen errech. Konfidenzintervall 95% empfohlen
DAVIDSON, F.F. et.al.	1977	Obstruktion obere/unt.		Fallbericht, Differenz. mit FVC	Beschreibung charakter. Kurvenverläufe
DIEM, J.E. et.al.	1982	TDI-Exposit.	277	Auswirkungen TOLUEN-DIISOCYANID auf LUFU (5-Jahres-Studie)	sign. Abfall FEF25-75%(unabh.v.Rauchen) dto.: FEV1 u. FEV1/%FEV
DOSMAN, J.A. et.al.	1975	Rauchen He/O_2; VisoV̊	112	Sensitivität d. He/O_2-Methode	VisoV war sensitivste Methode zur Diff. R/NR; FEF50% n.s.
DULL, W.L. et.al.	1979	Normalwerte He/O_2	84	theoret. u. meßtechn. Grundlagen	große Variabilität Delta Vmax50% He/O_2-Luft(Normalwerte"pro Labor")
DESPAS, P.J. et.al.	1972	COLD He/O_2	32	Lokalisation d. Obstr.	Flow-Werte lassen Lokalisation der Obstruktion - small airw./ distal - zu

Tab. 3

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
EVERS, H	1981	Asthma	65	Erfassung ventilator. Inhomogenität u. Obstr. im Intervall	Flow-Werte erwiesen sich gegenüber der konventionellen Spirometrie als sensibler (bester Wert: MEF50%/FVCpred.)
EVERS, H. et.al.	1982	COLD Rauchen Staubexpos.	1554	Aussagefähigkeit FVC in e. epidem. Studie	keine Untersch. Kali-Arbeiter/Gesunde; sign. Untersch. Raucher/NR sowie zw.Vpn mit u. ohne resp. Symptome; keine bess. Sensitivität der FVC gegenüber der konv. Spirometrie
FAIRSHTER, R. et.al.	1981	COLD He/O_2	30	Lokalisation d. Obstr. m. fortschreitender Erkrankung	mit fortschreitender Obstruktion geht die Dichteabhängigkeit des Flows zurück, d.h. die Obstr. wird"peripherer"
FELDMANN, J. et.al.	1979	COLD Therapiekontr.	19	Messung d. Erfolgs der Lagerungsdrainage	nach Lagerungsdrainage werden bei niedrigen Lungenvol.(MEF25%) signifik. höhere Flows gemessen
FINUCANE, K.E. et.al.	1982	Asthma	34	Kurvenverlauf u. Art des Flusses	bei Asthma verstärkte Konvexität d.FVC; kein Rückschluß auf Art d. Flusses mögl.(z.B. laminar o.ä.); FVC weniger sensitiv als FEV1
FISCHER, J. et.al.	1980	Diff.Diagn.; SAD	127	Aussagefähigkeit FVC gegenüber Spirometrie u. GK-Pleth.	Diskrim. d. "klass. funkt. Lungenerkr." ist mit VC, FEV1 u. FEV1/VC hinreichend genau möglich; bei Früherkennung der obstr. u. restr. Funktionsstörungen bringt FVC Erhöhung d. Sensitivität u. Spezifität, ebenso wie GKP, bei gering. appar. u. zeitl. Aufwand
FISCHER, J. et.al.	1979	COLD screening	2322 (958)	welche Kriterien, Methoden u. Apparate sind für screening geeignet	MMEF diskriminiert als einzelner Wert am besten zw. obstr. u. n.-obstr. Erkr. (MMEF war einziger Flow-Parameter)
GALGOCZY, G. et.al.	1978	Silikose L.-Emphysem	921	Zusammenhang zw. Erkr. und Fluss bzw. Paramet. der Spirometrie	Im Vergl. zu den Parametern d. klass. Spirometrie war, von den ermittelten Werten, MEF50% am sensitivsten u. ausr. spezifisch z. Diagn. d. Silikose u. d. L.-Emphysems

Tab. 4

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
GARDNER, R.M. et.al.	1980	Spirometer		Test handelsüblicher Spirometer	Tabelle der Meßwerte
GELB, A.F. et.al.	1977	COLD SAD He/O_2	?	$Helium/O_2$-FVC zur Diag. SAD u. COLD	VisoV u. DeltaVmax50% He/O_2-Luft sind geeignet, b. Pat. mit normalen spirom. Werten, zur Diagnose beizutragen; die Verwendung zum screening wird empfohlen
GIOSUE, S. et.al.	1979	Normalwerte	438	Bestimmung v. Normalw. bei Jugendlichen(10-20)	es wurden Normogramme errechnet (keine Angaben über Streuungen)
GRIMAUD, C. et.al.	1980	Rauchen Asthma	49	Sensitivität versch. Funktionstests; Interaktionen Rauchen/Asthm.	MEF50% u.-25% hat keinen höheren discr. Effekt i.Vergl. zu FEV1/VC
GUYATT, A.R. et.al.	1975	Methode	15	Stabilität MEFVC u. Cdyn (Retest)	Werte d. MEFC erwiesen sich als sehr stabil; Cdyn war instabil
HANKINSON, J. et.al.	1977	Staubexpos.	1712	LUFU-Änderungen bei Kohlestaubexposition	PEAK-Flow u. Flow bei höheren Vol. ermöglicht Unterscheidung zw. Bonchitik. u. symptomlosen Exponierten (Arbeit methodisch problematisch)
HAMOSH, P. et.al.	1977	Rauchen Screening	10	Aussagefähigkeit FVC	MEF50% u. PartEF sinnvolle Indikatoren auch geringer Irritationen d. Atemwege
HAPONIK, E.F. et.al.	1981	schlafinduz. Apnoe	60	FVC z. Diagnose schlafinduzierter Atemstör.	FVC mit dem Bild einer extrathorakalen Stenose weisen signif. auf nächtliche Apnoe-Zustände hin
HARRISON, G.N. et.al.	1979	Rauchen SAD	110	LUFU-Tests zur Differ. Raucher / NR	FEV25% differenziert bei männl. R/NR VisoV bei weibl. u. männl., ebenso CV/VC und CC/TLC
HARRISON, B.D.	1976	Obstruktion oberer Luftw.	16	FVC z. Diagn. d. Obstr. oberer Luftwege	Analyse d. FVC erwies sich als sehr hilfreich zur Diagnose u. Verlaufsbeob.

Tab. 5

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
HERZOG, H. et.al.	1979	SAD CV	330	Aussagefähigkeit FVC und CV bei Früherkenn. chron. Bronchitis	gute Korrelation CV m. MEF50% u. -75%; CV war in 33%der Fälle m. path. FVC normal; sollte nur als Ergänzung zu anderen Funktionstest eingesetzt werden
HUTCHISON, A.A. et.al.	1981	Methode	20	intrasubj. Variabilit. versch. LUFU-Tests bei Kindern	FEF50% hatte von allen Flow-Parametern die geringste Variabilität
IRWIN, R.S. et.al.	1981	chron. Husten	49	Therapiekontrolle bei chronischem Husten	FEF25-75% wurde u.a. erfolgreich zur Verlaufskontrolle eingesetzt (keine quantitativen Angaben)
ISLAM, M.S.	1976	Methode	82	FVC zur Früherkennung von LUFU-STörungen	Verwendung von Differenzen aus vorhergesagten Werten (PEAK-Flow, Compliance) und gemessenen Werten zu Früherkennung möglich
JAYAMANNE, D. et.al.	1980	COLD Formanalyse/ FVC	20	Aussagefähigkeit der FVC	Kollaps-Form weist auf Kombination zw. zentralem u. peripheren Kollaps hin u. ist bei Persistenz Zeichen für Irrevers.
JORDANOGLOU, J. et.al.	1980	SAD Methode	118	diagn. Aussagefähig. "partieller effektiver Zeiten"	Berechnung v. "partiellen effektiven Zeiten" erwies sich, insbes. bei 80%-90% VC, als sensitiver Index zur Früherkennung v. SAD (meth. problematisch)
JANSEN, J.M. et.al.	1980	Rauchen Methode	190	"Slope-Ratios" aus FVC z. Früherk. SAD	Variabilität der slope-ratios so groß, daß Verwendung nicht empfohlen wird
KELLER, R. et.al.	1978	L-Emphysem Methode	100	Aussagef. div. LUFU-Tests bei obstr. Emph.	Entwicklung neuer Kriterien (Delta V1-Delta V3) zur Unterscheidung Gesund/kr., Beschreibung typ. Konstellationen f.COLD
KNUDSON, R.J. SLATIN, R.C. et.al.	1976	Normalwerte	746	Entwicklung v. Normalwerten u. Regressionen FVC	wichtigste Referenzwerte bisher relativ hohe intersubj. Variabilität
KNUDSON, R.J. BURROWS, B.	1976	Screening	1989	Aussagef. FVC z. Früherkennung v. LUFU-Erkr.	MEF75% erwies sich als sensibelster Wert bei älteren Personen (FEV1 b. Jung.)

Tab. 6

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
KNUDSON, R.J. et.al.	1977	CV	725	Vergleich d. Aussagef. CV u. FVC bei sympt. u. asymptomat. Pat.	CV bringt i. Vgl. zu FEF-Werten keine zusätzl. diagn. Nutzen (COLD, Pat.älter 35 Jahre); FEF75% besonders sensitiv
LAM, S. et.al.	1981	Rauchen Staubexpos. He/O_2	501	Aussagef. He/O_2-FVC gegenüber FVC-Luft u.a. bei obstr. u. restr. Lungenerkr.	FEV50% bester Test Raucher zu identif.; Delta Vmax u. VisoV nicht aussagefähig; Helium-Flows bringen i. Vgl. zu Luft-Fl. keinen Zusatznutzen; empfohlen wird MEF50% u. FEV1 zur Früherkennung
MACFIE, A.E. et.al.	1981	Normalwerte	197	Vergleich zu bekannten Normalwerten	Bestätigung amerikanischer Normalwerte
MACHA, H.-N. et.al.	1978	Formanalyse FVC /extrath. Stenose	7(44)	LUFU bei extrathorak. Stenose	allein die Bewertung d. Kurvenverlaufs d.FVC erwies sich als zuverlässige Methode zur Diagnose
MACKLEM, P.T. et.al.	1974	COLD Screening		Workshop zur Identif. v. screening-Verfahren für COLD	Außer FEV1 u. Resistance wird kein weit. Kriterium empfohlen
MADISON, R. et.al.	1981	Rauchen COLD	163	Identifikation von Risikofaktoren f. COLD	FEF25-75%-gemessen als mittl. jährliche Abnahme- war bei Rauchern sign. höher als bei R (6-Jahresverlauf)
MAK, H.	1982	Asthma Methode	8	Tagesschwankungen FEF He/O_2-Luft	sign. Anstieg der Flow-Werte am Nachm. i. Vgl. zum Vormitt. bei FEF-Luft; keine Veränderung bei He/O_2
MAN, S.F. et.al.	1976	Methode	16	genetische Einflüsse auf Variabilität FVC	"normale Variabilität" FVC genetisch bedingt
MANDI, A. et.al.	1978	Silikose	178	Veränderungen FVC bei Silikose	MEF bei 10%, 25%, 50%, 75% VC sinifik. erniedriegt
McCarthy, D.S. et.al.	1975	Methode	44	Variabilität CV, FVC	größte Variabilität: MEF25%, 50%;MMF;CV geringste: FVC; PEAK-Flow; FEV1
McDONALD, J.B. et.al.	1980	Methode	50	Stabilität FVC m. He/O_2 u. Luft	FEF-Luft hinreichend stabil, nicht dag. m. He/O_2 u. VisoV-Werte; Faktorenanalys. d. besten Kriterien-Kombination!

Tab. 7

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
MATTHYS, H. et.al.	1979	Methode	63	beste Kombination div. LUFU-Tests, u.a. FVC	es werden aufgrund von Diskriminanz- u. Varianzanalysen Sensitivität, Spezif. und sinnvolle Kombinationen versch. LUFU-Tests bestimmt (wegen methodischer Einschränkungen keine prakt. Konsequenz.)
McFADDEN Jr. et.al.	1972	Rauchen SAD	92	Auswirkungen d. Rauch. auf MMEF u. a. Tests	MMEF bei Rauchern kleiner 75%d.Norm; andere spirometr. Werte, einschl. PEAK-Flow waren normal; Verbesserung d. Werte nach Rauch-Stop u. Bronchodilatation
McFADDEN Jr. et.al.	1982	Methode Asthma	?	Dichteabhängigkeit FVC zur Lokalisat.-Diagn.	Rückschluß auf Lage d. Obstruktion bei übungsinduziertem Asthma möglich
MEAD, J.	1978	Methode Asthma	80(19)	Differenzierung Kranke/ Gesunde m. "slope-rat."	"slope-ratios" waren nicht geeignet, Gesunde u. Kranke (Asthmat.) zu differ.
MEGURO, T. et.al.	1979	Asthma Methode	58	Diskriminanzanalyse versch. Flow-Parameter	bei der Analyse 6 verschied. Flow-Param. war FEF50% am sensitivsten (Asthmatiker)
MICHAELS, R. et.al.	1979	Rauchen	35	Ermittlung d. elast. recoils vor/nach Rauch-Stop u. Bronchodil.	signifik. Untersch. Raucher/NR bei MEF25%,50%,75% und MMEF
MORRIS, M.J. et.al.	1981	Methode	75	Messung des "Tidal-Flows"	Tidal-Flows ergaben ähnliche Kurven wie normale Flows; prakt. Nutzen bei Problem-patienten (Compliance)
MÜLLER, E. et.al.	1978	Normalwerte	1127	Ermittlung d. N-Werte Deskript. Statistik	Autor entwickelt Zeitkonstanten zur Analyse der FVC
NEIJENS, H.J. et.al.	1982	Asthma He/O_2	16	Lokalisationsdiagnose	He/O_2-FVC werden zur Lokalisationsdiag. bei übungsinduz. Asthma verwendet
NICKERSON, B. et.al.	1980	cyst. Fibrose Methode	30	intrasubj. Var. u. Aussagefähigkeit div. spirometr. Tests	PEAK-Flow, FEF25-75%, FEF50% u. 75% bei CF signif. geringer als normal
OVERRATH, G. et.al.	1971	Diff.-Diagn.	97	diagn. Wert der FVC bei div. Lungen-Erkr.	MEF50% u. 75% gutes Krit für Obstrukt.; sichere Diagn. extrathorak. Stenosen; b.w.

Tab. 8

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
noch OVERRATH					steilerer Kurvenabfall bei Fibrose; keine Differenz. zw. Asthma u. COB
OXHØJ, H. et.al.	1977	Methode Rauchen	538	Spirometrie u. FVC in e. Langzeitstudie (10J)	MEF50% zeigte i. Vgl. zu anderen Tests beste Differenzierung R/NR und fiel im Verlauf am stärksten ab (Raucher)
PARIENTE, R. et.al.	1978	Screening COLD	3500	LUFU-Vergleich Stadt-Land bei COLD	Originalarbeit n. zugänglich; es wird empfohlen, FVC zum screening einzusetz.
PARTRIDGE, M. et.al.	1981	Methode $SF6/O_2$, MTT	26	Aussagefähigkeit div. Flows	die Ermittlung v. $SF6/O_2$-Flows und der Mean Transit Time hat gegenüber der üblichen Auswertung d. FVC keinen Vort.
PESLIN, R. et.al.	1979	Methode	89	Bewertung div. Auswahlmethoden für FV-Werte aus FVC	insgesamt sehr hohe Korrelation zw. allen (8) Auswahlmethoden (r=0,99); dennoch werden Empfehlungen gegeben
PREFAUT, C. et.al.	1979	Asthma He/O_2	45	Dichteabhängigkeit FVC	die Berücksichtigung v. Delta Vmax25% He/O_2-Luft bringt mehr Information als Delta Vmax50% und VisoV
QUANJER, P.H. et.al.	1976	Rauchen	366	epidem. Langzeitstudie (4J)	keine signifikanten Unterschiede i. d. Flow-Parametern zw. R/NR
RACINEUX, J.L. et.al.	1981	Resistance u. FVC	30	Sensibilität einzelner Flow-Parameter für exp. Resist. Erhöhung	wegen der erhebl. Streuung keine sign. Veränderungen der Flow-Parameter
RODRIGUEZ-ROISIN, R. et.al.	1980	Asbestose Screening	40	Flow-Werte bei Asbest-Arbeitern	85% aller Exponierten hatten nicht-normale Flow-Werte (bei normalen spir. Werten u. norm. TLC)
ROM, W.N. et.al.	1981	Staubexpos Rauchen	202	Lungenkrankheiten bei Kohlearbeitern	FEF25-75% differenzierte zw. R/NR unter den Staubexponierten; ebenso zw. Gesund. u. Pat. mit Staublunge
SACKNER, M.A. et.al.	1982	Rauchen	21	Analyse v. Zeit/Vol.u. Flow/Vol. Komponenten d. Forced Vital Cap.	MEF25% war bei NR als einziger Flow-Parameter signifikant höher

Tab. 9

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug auf FVC
SASAKI, H. et.al.	1976	SAD	12	Flow u. Resistance bei SAD	Patienten mit respirat. Symptomen zeigt. signif. geringere Flo-Werte bei 80%,70%, 60% u. 50% TLC als Vpn ohne Symptome
SORENSON, J.B. et.al	1980	Methode	1101	Auswahlkriterien für spirometr. Werte	Es wird empfohlen,(i. Gegensatz zur ATS) die Kurve mit den besten Werten FEF u. FEV1 zu wählen
STEEN, S. et.al.	1975	Methode		Auswertungsverfahren für FVC	Steen schlägt - mit ausschließlich theoretischer Begründung - die Berechng. von "slope-ratios" vor
STEINER, N. et.al.	1978	Asthma	14	FVC zur Diagnose d. Asthmas bei Kindern	FVC wird zur Diagnose d. Asthmas bei Kindern empfohlen
SVENONIUS, E. et.al.	1980	Methode	50	einfache Bestimmung d. Flows bei Kindern	MEF25% kann mit Spirometern ebenso sicher wie m. Pneumotachogr. best.werden
SCHLENKER, E. et.al.	1981	Rauchen	43	Reaktion von Rauchern auf Bronchodilatation	drei verwendete Tests sind signif. mit "pack/years" korreliert: MMFR, Delta N_2, FEV1/FVC
TAVEIRA DA SILVA, A.M. et.al.	1981	Rauchen	7	Reaktion d. Luftwege auf Zigarettenrauch mit u. o. volume-hist.	MEF50% sinkt sofort nach erster Inhalat. von Rauch nikotinstarker Zigaretten; nicht so bei nkotinschwachen
TECULESCU, D. et.al.	1980	Methode	41	beste Auswertungsmeth. für FVC He/O_2-Luft	keine wesentl. Untersch. zw. zwei Meth.: Kurven m. größtem Flow bei RV / alle Kurven bei TLC
TESSIER, J.F. et.al.	1978	Asthma Screening	178	Aussagefähigkeit FVC bei asthmat. Kindern	bei normaler VC u. FEV1 waren PEAK-Flow, FEF50% u. 25% bei Asthmatikern signif. erniedrigt; Empfehlung, FVC zur Früherkennung d. Asthmas einzusetzen
TIEN, Y.K. et.al.	1979	Methode	20	intraindiv. Variabil. der FVC (retest n.1Wo)	individuelle Kurven erwiesen sich als gut reproduzierbar

Tab. 10

Autor	Jahr	Stichwort	Vpn	Fragestellung	Ergebnis in Bezug zur FVC
TOCKMANN, M. et.al.	1976	Rauchen	133	LUFU bei Rauchern	zunehmende Diff. R/NR im Altersverlauf bei FEV1/VC, MMEF, FEF50%
TODISCO, T. et.al.	1980	Normalwerte	127	Bestimmung d. Normalw. FVC 8-25 Jahre	Hauptcharakteristikum: konvexer Kurvenverlauf, deutliche Altersabhängigkeit
VERMAAK, J.L. et.al.	1979	Methode	102 (42)	Neuer Index zur Auswertung der FVC	neuer Index: Fläche unter der Kurve; im Vergl. zu Routineparametern sensitiver (keine and. Flow-Werte z. Vergleich)
VERSTRAETEN, J.	1976	Normalwerte	550	Bestimmung d. Normalw. FVC 17-23 Jahre	
WALTER, S. et.al.	1979	Rauchen	102	LUFU bei Rauchern	bei normalem FEV1 waren i. Vergl zu norm. Vpn. bei Rauchern signif. niedr.: FEF80-70%, 55-45%, 30-20%, 15-5%, PEF; am sensitivsten war FEF30-20%
WEBSTER, P.M. et.al.	1977	Methode	22	Errechnung v. Zeitkonstanten z. Auswert. v. FVC	keine praktikable Auswertungsmethode
WIESEMANN, H. et.al.	1981	Methode SAD	43	Variabilität FVC bei Kindern	wegen erheblicher Variabilität erscheint FVC bei Kindern zur Früherkennung von SAD nicht geeignet(FEF60-20%)
WIPF, R.	1980	SAD	90	Aussagefähigkeit FVC bei SAD	FEF25-75%, FEF50-25%, Delta Vmax50%He/O2 differenzieren signifikant
WOESTIJNE, K. et.al.	1973	COLD	43	Discrim. zw. normalen u. Pat. m. COLD	die berechnete Zeitkonstante führt i. Vergl. zu FEF1 u. TLC nicht zu besserer Discrimination
WOESTIJNE, K. et.al.	1982	Morphol./FVC SAD	?	Resistance an Leichen-Lungen	periphere Luftwege tragen i. normalen u. pathol. Fällen 40-50% zur Resist. bei
ZAPLETAL, A. et.al.	1977	COLD	?	FVC zur Diagnose COLD bei Kindern	Flows bei geringen Volumina werden zur Diagnose obstruktiver Erkrankungen bei Kindern empfohlen

Tab. 11

MEDIZINISCHE UNIVERSITAETSKLINIK
7400 TUEBINGEN
LUNGENFUNKTIONSLABOR
TEL. 07071/292700

DATUM: 5. 1.1981
TEMPERATUR: 23 GRD. CELS
LUFTDRUCK: 727 MMHG

L U N G E N F U N K T I O N S P R U E F U N G

NAME:
VORNAME:
GEWICHT: 89 KG
GESCHLECHT: MAENNLICH
PAT. NR:
STATION:

GEB. DAT:
ALTER: 45
GROESSE: 176 CM
HB-WERT: 12.1 G/DL
UNT. NR:
BEMERKUNGEN: 0

GANZKOERPERPLETHYSMOGRAPHIE:			IST	SOLL	+-TOL.	% NOR
VITALKAPAZITAET	(L)	VC	2.53	5.57	.70	45
RESIDUALVOLUMEN	(L)	RV	2.80	2.01	.90	139
THORAK. GASVOLUMEN	(L)	TGV	3.50	3.82	1.30	92
TOTALKAPAZITAET	(L)	TLC	5.33	7.53	.76	71
RV IN % DER TLC	(%)		52.52	26.70		197
EXP. 1 SEC KAPAZITAET	(L/SEC)	FEV1	1.80	3.94	.61	46
FEV1 IN % DER VC	(%)	FEV1%	71.15	70.77	11.00	101
MAX. EXP. ATEMFLUSS	(L/SEC)	PEF	7.60	8.98	5.03	85
FLUSS 25% DER VC	(L/SEC)	F 25%	2.30	3.06	1.71	75
FLUSS 50% DER VC	(L/SEC)	F 50%	4.50	6.07	3.40	74
FLUSS 75% DER VC	(L/SEC)	F 75%	6.70	8.30	4.65	81
ATEMGRENZWERT DIR.	(L/MIN)	AGW	55.00	126.05	17.00	44
ATEMWEGSWIDERST.	(CMH2O/L/SEC)	RAW	4.40	1.80	1.20	244
SPEZ. R A W	(CMH2O*SEC)	SRAW	15.40	6.88	8.48	224

BLUTGASANALYSE:						
BLUT-PH			7.44	7.40	.04	101
BLUT--P-CO2	(MMHG)		33.00	40.00	4.00	83
BLUT-BIKARBONAT	(MVAL/L)		23.30	24.00	2.00	97
BASENEXCESS	(MVAL/L)		-1.00	.01	3.00	
BLUT--P-O2	(MMHG)		62.00	86.22	14.10	72
O2 SAETTIGUNG	(%)		93.00	97.00	2.00	96

BEURTEILUNG: LEICHTE OBSTRUKTION
LEICHTE RESTRIKTION
PARTIALINSUFFIZIENZ
GKP: HINWEISE FUER GEFESSELTE LUFT (TRAPPED AIR)
KEINE AENDERUNG DES BEFUNDES

PASST ZU: ASTHMA BRONCHIALE
EMPHYSEM

UNTERSCHRIFT: .....

Tab. 12

LUNGENFUNKTIONSPRÜFUNGEN

BEFUNDE

Funktionswert		Mittelwert	Standardabw.	N
Vitalkapazität (L)	VC	3,2 (69,4)	1,1 (17,2)	966
Residualvolumen (L)	RV	3,5 (194,0)	1,3 (64,8)	926
Thorak. Gasvolumen (L)	TGV	4,9 (131,8)	1,3 (35,3)	926
Totalkapazität (L)	TLC	6,8 (104,4)	1,6 (19,9)	926
RV in % der TLC (%)		51,2 (183,9)	11,8 (40,4)	926
Exp. 1sec. Kapazität (L/SEC)	FEV1	2,3 (69,5)	0,9 (21,6)	966
FEV1 in % der VC (%)	FEV1%	72,2 (99,6)	12,1 (16,3)	967
Max. expir. Atemfluß (L/SEC)	PEF	5,2 (67,7)	2,0 (22,1)	848
Fluss bei 25% d. VC (L/SEC)	FEF25%	1,9 (68,7)	1,0 (33,8)	848
Fluss bei 50% d. VC (L/SEC)	FEF50%	3,3 (61,2)	1,6 (28,6)	848
Fluss bei 75% d. VC (L/SEC)	FEF75%	4,6 (65,1)	2,1 (26,6)	848
Atemgrenzwert direkt (L/MIN)	AGW	68,4 (62,3)	29,2 (21,9)	967
Atemwegswiderst. (CMH2O/L/SEC)	RAW	3,5 (195,4)	3,3 (184,2	926
Spezifischer RAW (CMH2O*SEC)	SRAW	15,8 (261,0)	15,5 (268,6)	926

Die Zahlen in Klammern sind die Mittelwerte bzw. Standardabweichungen der prozentualen Abweichung der Meßwerte von der Norm.

Tab. 13

LUNGENFUNKTIONSPRÜFUNGEN

ZAHL DER PATHOLOGISCHEN BEFUNDE NACH DIAGNOSEGRUPPEN

N	Diagnosegruppe	VC	RV	TGV	TLC	RV in %der TLC	FEV1	FEV1 in % d.VC	PEF	FEF 25%	FEF 50%	FEF 75%	AGW	RAW	SRAW
178	Obstruktion	141	161	91	67	164	147	56	98	119	138	115	162	123	132
137	Restriktion	112	79	28	48	100	99	3	26	43	55	27	114	44	38
29	Aortenst./Ins.	27	22	7	10	26	20	1	8	8	16	9	24	8	9
28	Mitralst./Ins.	24	21	8	7	24	22	1	11	16	19	11	25	12	16
72	KHK m/o Infarkt	54	56	24	22	58	39	3	14	15	23	12	50	20	22
35	Herzinsuff./ Kardiomyopath.	25	26	11	10	29	24	2	11	10	13	11	30	16	14
180	Hämatol./Onkol. Systemerkr.u.a.	129	133	50	56	146	110	7	26	44	54	29	143	57	49
13	Trachealstenose	8	10	3	2	12	10	6	10	8	9	8	13	13	13
57	ohne Diagnose	17	33	10	9	32	16	1	7	6	11	5	23	9	8
113	alle Diagnosen	65	90	26	23	86	63	8	35	34	46	31	92	30	52
842	Summe der path. Befunde	602	631	258	254	677	550	88	246	303	384	258	676	353	353

Tab. 14

KORRELATIONEN
EINZELNER FUNKTIONSWERTE

ALLE PATIENTEN (N=842)

	VC	FEV1	FEV1%	RAW	SRAW
PEF	.72(.59)	.61(.42)	.79(.72)	.45(.46)	.44(.49)
FEF25%	.60(.52)	.59(.34)	.73(.65)	.38(.65)	.41(.42)
FEF50%	.63(.56)	.65(.56)	.78(.74)	.43(.44)	.47(.48)
FEF75%	.68(.58)	.65(.45)	.84(.75)	.46(.47)	.49(.52)

OBSTRUKTIVE LUNGENERKRANKUNGEN (N=178)

	VC	FEV1	FEV1%	RAW	SRAW
PEF	.76(.67)	.68(.44)	.85(.81)	.63(.59)	.62(.61)
FEF25%	.66(.56)	.65(.34)	.84(.78)	.59(.60)	.60(.61)
FEF50%	.67(.60)	.69(.38)	.88(.83)	.64(.62)	.67(.64)
FEF75%	.70(.65)	.72(.48)	.88(.86)	.65(.62)	.70(.66)

RESTRIKTIVE LUNGENERKRANKUNGEN (N=137)

	VC	FEV1	FEV1%	RAW	SRAW
PEF	.76(.55)	.66(.45)	.79(.60)	.40(.34)	.29(.31)
FEF25%	.41(.30)	.45(.29)	.51(.41)	.37(.30)	.33(.26)
FEF50%	.53(.39)	.57(.40)	.63(.53)	.47(.41)	.41(.38)
FEF75%	.72(.51)	.65(.44)	.77(.59)	.41(.35)	.30(.33)

TRACHEALSTENOSE (N=13)

	VC	FEV1	FEV1%	RAW	SRAW
PEF	.88(.60)	.68(.25)	.86(.25)	.79(.67)	.75(.78)
FEF25%	.82(.66)	.67(.08)	.88(.78)	.65(.65)	.60(.62)
FEF50%	.72(.70)	.77(.05)	.72(.89)	.66(.67)	.59(.62)
FEF75%	.90(.61)	.67(.25)	.93(.69)	.73(.74)	.70(.74)

Die Zahlen sind die Korrelationskoeffizienten r zwischen den Funktionswerten (Ist-Werte). Die Zahlen in Klammern sind die Korrelationskoeffizienten für die Korrelationen der prozentualen Abweichungen der Mittelwerte von der Norm.

Tab. 15

LUNGENFUNKTIONSPRÜFUNGEN

ausgewählte Ergebnisse nach Diagnosegruppen

OBSTRUKTIVE LUNGENERKRANKUNGEN (N=180)

	Mittelwert		Standardabw.	
PEF	4,2	(55,4)	1,7	(21,0)
FEF25%	1,2	(46,7)	0,8	(28,0)
FEF50%	2,2	(41,1)	1,4	(26,2)
FEF75%	3,3	(46,6)	1,9	(26,8)
VC	3,0	(64,9)	1,0	(16,4)
RV	4,3	(228,9)	1,5	(70,8)
FEV1	1,9	(57,0)	0,8	(21,3)
FEV1%	62,3	(86,5)	13,7	(18,4)
RAW	4,7	(265,6)	2,9	(164,3)

RESTRIKTIVE LUNGENERKRANKUNGEN (N=140)

	Mittelwert		Standardabw.	
PEF	5,4	(72,2)	1,9	(20,5)
FEF25%	1,9	(70,4)	0,8	(30,8)
FEF50%	3,4	(65,6)	1,4	(25,1)
FEF75%	4,9	(70,7)	2,0	(23,3)
VC	2,8	(63,1)	1,1	(17,6)
RV	2,8	(159,8)	0,8	(44,6)
FEV1	2,2	(65,9)	0,8	(18,6)
FEV1%	77,3	(105,2)	8,7	(11,3)
RAW	2,7	(154,2)	1,1	(64,2)

TRACHEALSTENOSE (N=13)

	Mittelwert		Standardabw.	
PEF	2,9	(38,7)	1,4	(16,4)
FEF25%	1,3	(50,9)	0,8	(27,9)
FEF50%	2,0	(38,5)	1,4	(24,2)
FEF75%	2,7	(39,1)	1,5	(19,0)
VC	3,1	(70,0)	1,1	(17,2)
RV	3,1	(189,9)	0,7	(39,6)
FEV1	1,9	(102,3)	1,1	(14,8)
FEV1%	57,4	(78,9)	17,1	(23,7)
RAW	12,4	(691,9)	10,6	(866,8)

Die Zahlen in Klammern sind die Mittelwerte bzw. Standardabweichungen der prozentualen Abweichung der Meßwerte von der Norm.

Tab. 16

Tab. 17

KONKORDANZEN

von Fällen mit pathologischen Funktionswerten
in der Maximalen Expiratorischen Fluß-Volumen Kurve
im Vergleich zur einfachen Spirometrie und zur
Ganzkörperplethysmographie (einschließlich Spirometrie).

Erklärung: Die Zahlen in der linken Spalte geben die Konkordanzen im Vergleich MEFVC mit der einfachen Spirometrie wieder, die Zahlen in der rechten Spalte die Konkordanzen im Vergleich MEFVC mit der Ganzkörperplethysmographie (einschließlich der einfachen Spirometrie). Die Zahlen stehen für die Zahl der Patienten mit pathologischen Werten in den jeweiligen Tests bei einer Toleranz von +/- zwei Standardabweichungen für die Normalwerte der MEFVC-Parameter, die Zahlen in Klammern beziehen sich auf eine Auswertung bei einer Toleranz von +/- einer Standardabweichung.
Beispiel zum Schema: 165 Patienten haben sowohl in der Spirometrie als auch bei der MEFVC normale Befunde. 30 Patienten hatten pathologische Befunde in der MEFVC bei normalen in der Spirometrie. 241 Patienten hatten nur in der Spirometrie pathologische Befunde. 406 Patienten hatten bei MEFVC und in der Spirometrie pathologische Werte.

Schema:		MEFVC -	MEFVC +		MEFVC -	MEFVC +	
Spirometrie	-	165(117)	30(78)	-	7(5)	3(5)	GKP
	+	241(112)	406(535)	+	399(224)	433(608)	
ALLE PARAMETER DER MEFVC							
alle Patienten (N=842)		165(117)	30(78)		7(5)	3(5)	
		241(112)	406(535)		399(224)	433(608)	
Obstruktion (N=178)		20(11)	4(13)		0(0)	0(0)	
		18(8)	136(146)		38(19)	140(159)	
Restriktion (N=137)		21(15)	2(8)		2(2)	0(0)	
		49(24)	65(90)		68(37)	67(98)	
Trachealstenose (N=13)		2(0)	1(3)		0(0)	0(0)	
		1(0)	9(10)		3(0)	10(13)	
FLUSS BEI 25% DER VC (FEF25%)							
alle Patienten (N=842)		178(154)	17(41)		8(6)	2(4)	
		361(222)	286(425)		531(370)	301(462)	
Obstruktion (N=178)		22(17)	2(7)		8(6)	2(4)	
		37(16)	117(138)		59(33)	119(45)	

		-	+		-	+
Restriktion (N=137)	-	22(18)	1(5)	-	2(2)	0(0)
	+	72(41)	42(73)	+	92(57)	43(78)
Trachealstenose (N=13)		3(2)	0(1)		0(0)	0(0)
		2(1)	8(9)		5(3)	8(10)

FLUSS BEI 50% DER VC (FEF50%)

alle Patienten (N=842)	177(148)	18(47)		9(8)	1(2)
	281(185)	366(462)		449(325)	383(507
Obstruktion (N=178)	20(16)	4(8)		0(0)	0(0)
	20(13)	134(141)		40(29)	138(149)
Restriktion (N=137)	21(16)	2(7)		2(2)	0(0)
	61(42)	53(72)		80(56)	55(79)
Trachealstenose (N=13)	3(1)	0(2)		0(0)	0(0)
	1(1)	9(9)		4(2)	9(11)

FLUSS BEI 75% DER VC (FEF75%)

alle Patienten (N=842)	185(154)	10(41)		10(8)	0(2)
	399(224)	248(423)		574(370)	258(426
Obstruktion (N=178)	23(18)	1(6)		0(0)	0(0)
	40(19)	114(135)		63(37)	115(141)
Restriktion (N=137)	23(21)	1(2)		2(1)	0(0)
	87(47)	27(67)		108(66)	27(69)
Trachealstenose (N=13)	2(0)	1(3)		0(0)	0(0)
	3(0)	7(10)		5(0)	8(13)

MAXIMALER FLUSS (PEF)

alle Patienten (N=842)	184(158)	11(37)		10(8)	0(2)
	412(231)	235(416)		586(381)	246(451)
Obstruktion (N=178)	22(21)	2(3)		0(0)	0(0)
	58(20)	96(134)		80(41)	98(137
Restriktion (N=137)	23(22)	0(1)		2(2)	0(0)
	88(51)	26(63)		109(71)	26(64)
Trachealstenose (N=13)	1(0)	1(3)		0(0)	0(0)
	1(0)	9(10)		3(0)	10(13)

Tab. 18

KONKORDANZEN

von Fällen mit pathologischen Funktionswerten in der MEFVC im Vergleich zum FEV1 einerseits und zum FEV1+RAW+SRAW andererseits.

ALLE PARAMETER DER MEFVC

alle Patienten (N=842)

		MEFVC -	MEFVC +	MEFVC -	MEFVC +	
FEV1	-	250(163)	42(129)	190(132)	28(86)	- FEV1+ RAW+ SRAW
	+	156(66)	394(484)	216(97)	408(527)	+

FLUSS BEI 25% DER VC (FEF25%)

	(Konkordanzen MEFVC/ FEV1)		(Konkordanzen MEFVC/ FEV1+RAW+SRAW)	
alle Patienten (N=842)	271(224)	21(68)	203(172)	15(46)
	268(152)	282(398)	336(204)	288(420)

FLUSS BEI 50% DER VC (FEF50%)

alle Patienten (N=842)	264(213)	28(79)	199(167)	19(51)
	194(120)	356(430)	259(166)	365(458)

FLUSS BEI 75% DER VC (FEF75%)

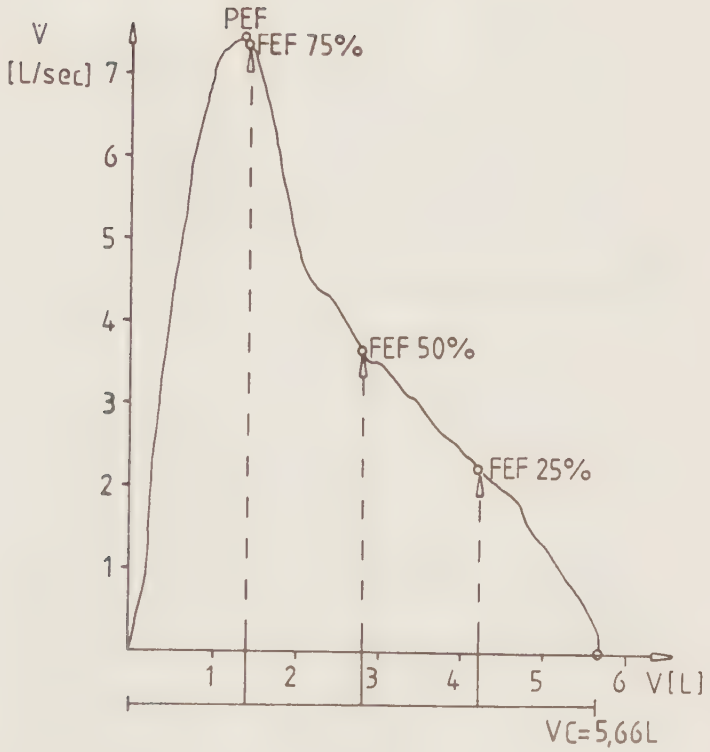
alle Patienten (N=842)	281(231)	11(61)	212(179)	6(39)
	303(147)	247(403)	372(199)	252(425)

MAXIMALER FLUSS (PEF)

alle Patienten (N=842)	280(234)	12(58)	212(181)	6(37)
	316(155)	234(395)	384(208)	240(416)

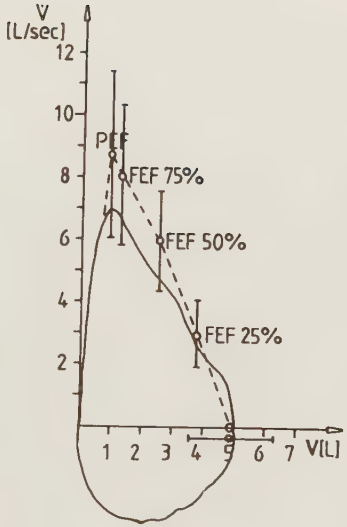
Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Auswertung mit einer Toleranz der Normalwerte für die MEFVC mit +/- einer Standardabweichung

7. ABBILDUNGEN

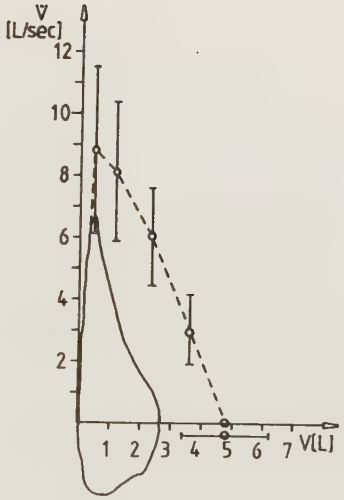


Expiratorische Fluss-Volumen Kurve
eines Lungengesunden (männl.,36J,68kg)
mit Parametern

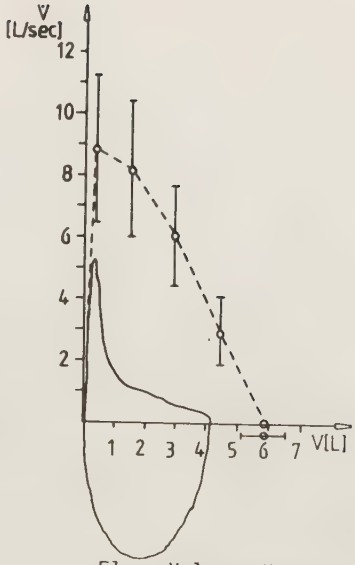
Abb. 1



Normale
Fluss-Volumen Kurve



Fluss-Volumen Kurve
bei restriktiver
Lungenerkrankung
(Pat.männl.,45J)

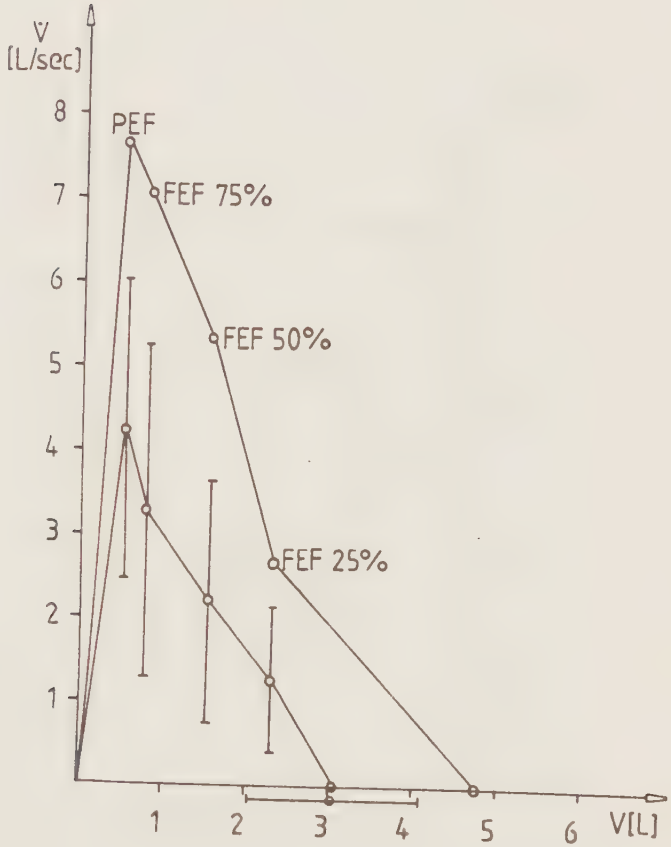


Fluss-Volumen Kurve
bei chronisch-obstruk-
tiver Lungenerkrankung
(Pat.männl.,40J)

Vollständige Fluss-Volumen Kurven

Die gestrichelten Kurven sind die jeweiligen schematischen Normalkurven.
Die Strecken entsprechen zwei Standardabweichungen.

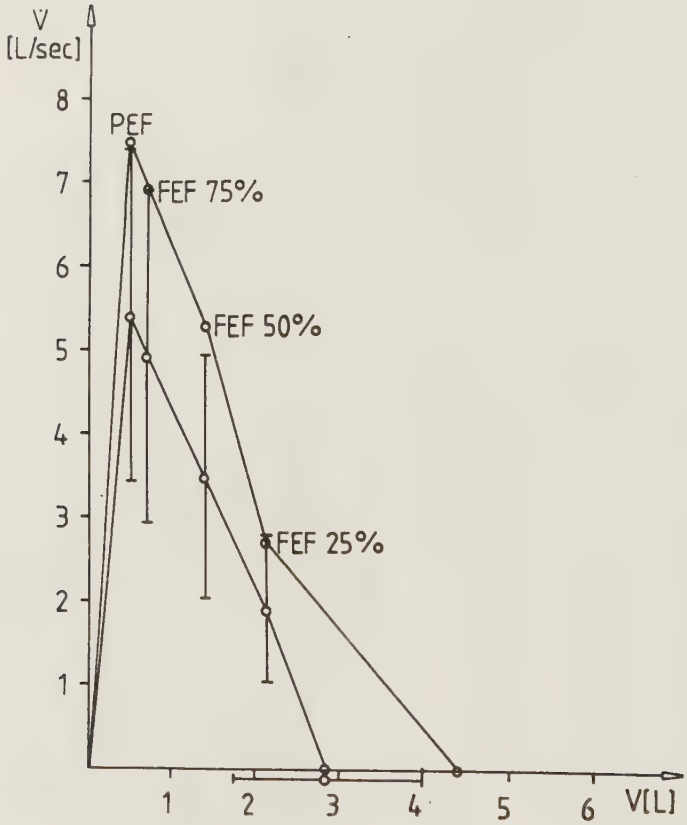
Abb. 2



Maximale expiratorische Fluß-Volumen Kurve der Patienten mit obstruktiven Lungenerkrankungen im Vergleich zur Normalkurve dieser Stichprobe

Gemittelte Werte für 178 Patienten. Die Strecken entsprechen zwei Standardabweichungen.

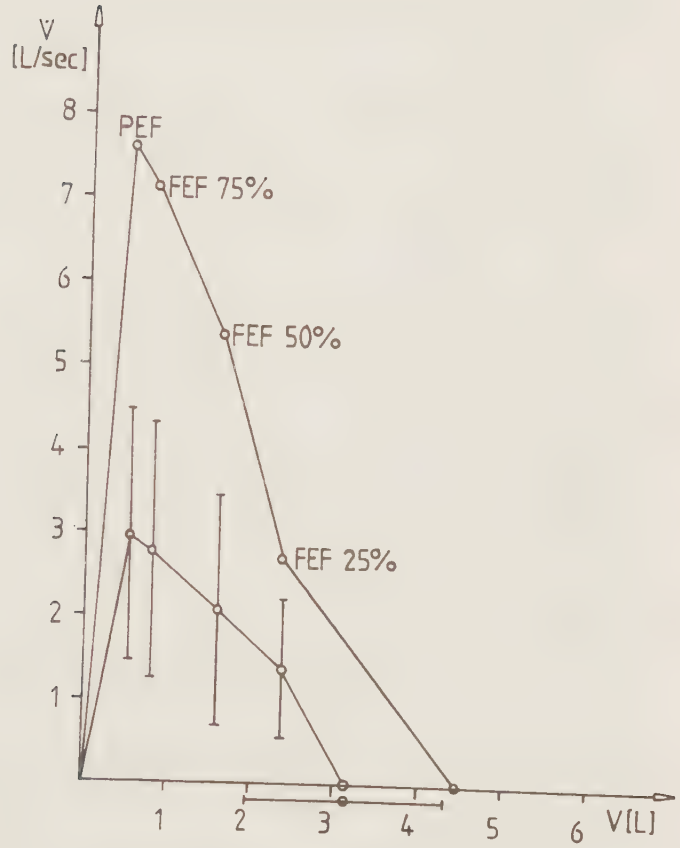
Abb. 3



Maximale expiratorische Fluß-Volumen Kurve der Patienten mit restriktiven Lungenerkrankungen im Vergleich zur Normalkurve dieser Stichprobe

Gemittelte Werte für 137 Patienten. Die Strecken entsprechen zwei Standardabweichungen.

Abb. 4



Maximale expiratorische Fluß-Volumen Kurve der Patienten mit Trachealstenose im Vergleich zur Normalkurve dieser Stichprobe

Gemittelte Werte für 13 Patienten. Die Strecken entsprechen zwei Standardabweichungen.

Abb. 5

8. LITERATURVERZEICHNIS

1 ABBOUT, R.T., MORTON, J.W.: Comparison of maximal mid-expiratory flow, flow volume curves, and nitrogen closing volumes in patients with mild airway obstruction. Am. Rev. Resp. Dis., 111, 1975, 405

2 ANTIC, R., MACKLEM, P.T.: The influence of clinical factors on site of airway obstruction in asthma. Am. Rev. Resp. Dis., 114, 1977, 851

3 BECK, G.J., DOYLE, C.A., SCHACHTER, E.N.: Smoking and lung function. Am. Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 149

4 BECK, G.J., DOYLE, C.A., SCHACHTER, E.N.: A longitudinal study of respiratory health in a rural community. Am. Rev. Resp. Dis., 125, 1982, 375

5 BEDU, M., KOROBAEFF, M.: Explorations fonctionnelles des petites voies aériennes. Le Poumon et le Coeur, XXXIII, Nr. 4, 1977, 225

6 BEDU, M., MOLINA, C., TOURREAU, A., MAILLET, J., CHEMINAT, J.C.: Corrélations entre les données radiocliniques et fonctionnelles respiratoires (courbes débit-volume) chez les ouvriers d'une usine textile d'amiante. Rev. fr. Mal. Resp., 7, 1979, 723

7 BELEN, J.E., ROTMAN, H.H.: Primary carcinoma of the trachea. Chest, 72:5, 1977, 675

8 BEREND, N., NELSON, N.A., RUTLAND, J., MARLIN, G.E., WOOLCOCK, A.J.: The maximum expiratory flow-volume curve with air and a low-density gas mixture. Chest, 80:1, 1981, 23

9 BENATAR, S.R., CLARK, T.J., COCHRANE, G.M.: Clinical relevance of the flow rate response to low density gas breathing in asthmatics. Am. Rev. Resp. Dis., 111, 1975, 126

10 BLACK, L.F., OFFORD, K., HYATT, R.E.: Variability in the maximal expiratory flow-volume curve in asymptomatic smokers and in nonsmokers. Am. Rev. Resp. Dis., 110, 1974, 282

11 BOGAARD, J.M., VERHEIJEN-BREEMHAAR, L., STAM, H.: Density-dependence of flow-volume curves: limitations and applicability. Eur. J. Resp. Dis., 63, Suppl. 121, 1982, 89

12 BOUHUYS, A.: Breathing. Physiology, environment and lung disease. Grune & Stratton, New York 1974

13 BOUHUYS, A., VIRGULTO, J.A.: Calibration of flow-volume curves. Lung, 155, 1978, 123

14 BRABANDT, VAN, H., CAUBERGS, M., MOERMAN, P., VAN DE WOESTIJNE, K.P.: Partitioning of pulmonary impedance in excised human lungs. Am. Rev. Resp. Dis. 123, 1981, 1

15 BROOKS, S.M., ZIPP, T., BARBER, M., CARSON, A.: Measurement of maximal expiratory flow rates in cigarette smokers and nonsmokers using gases of high and low densities. Am. Rev. Resp. Dis., 118, 1978, 75

16 BRUCE, E.N., JACKSON, A.C.: Smoothing of MEFVC by digital filtering of flow as a function of volume. J. Appl. Physicl., 48 (1), 1980, 202

17 BRUSASCO, V., ROCCHI, D.: Effects of volume history and time dependence of flow-volume curves on assessment of bronchial response to inhaled methacholine in normals. Respiration, 41, 1981, 106

18 BUCKLEY, J.M., SOUHRADA, J.F.: A comparison of pulmonary function tests in detecting exercise-induced bronchoconstriction. Pediatrics, 56 (5 PT-2 Suppl.) 1976, 883

19 BUIST, A.S., NAGY, J.M., SEXTON, G.J.: The effect of smoking cessation on pulmonary function: a 30-month follow-up of two smoking cessation clinics. Am. Rev. Resp. Dis., 120, 1979, 953

20 BUSSI, S., MURCIANO, D., DE LATTRE, J., PARIENTE, R., DERENNE, J.-Ph.: Intérêt des courbes débit-volume en air et en mélange hélium-oxygène dans les bronchopathies chroniques obstructives. Rev. fr. Mal. Resp., 7, 1979, 665

21 CLEMENT, J., VAN DE WOESTIJNE, K.P.: Rapidly decreasing forced expiratory volume in one second or vital capacity and development of chronic airflow obstruction. Am. Rev. Resp. Dis., 125, 1982, 553

22 COCHRANE, G.M., PRIETO, F., CLARK, T.J.H.: Intra-subject variability of maximal expiratory flow-volume curve. Thorax. 32, 1977, 171

23 COHEN, B.M.: Bronchodilator volume of isoflow: studies in patients with chronic obstructive lung diseases. The J. of Asthma Res., 14 (4), 1977, 203

24 CONNELLAN, S.J., GOUGH, S.E.: The effects of nebulized salbutamol on lung function and exercise tolerance in patients with severe airflow obstruction. Br. J. Dis. Chest, 76, 1982, 135

25 CORBIN, R.P.: A four year follow-up of lung mechanics in smokers. Am. Rev. Resp. Dis., 120, 1979, 293

26 CORMIER, Y.F., CAMUS, P., DESMEULES, M.J.: Non-organic acute upper airway obstruction. Am. Rev. Resp. Res., 121, 1980, 147

27 COSIO, M., GHEZZO, H., HOGG, J.C., CORBIN, R., LOVELAND, M., DOSMAN, J., MACKLEM, P.T.: The Relations between structural changes in small airways and pulmonary-function tests. New Engl. J. Med., 298 (23), 1977, 1277

28 COTTON, D.J., GRAHAM, B.L., LI, K'Y R., FROH, F., BARNETT, G.D., DOSMAN, J.A.: Effects of smoking and occupational exposure on peripheral airway function in young cereal grain workers. Am. Rev. Resp. Dis., 126, 1982, 660

29 CRAPO, R.O., MORRIS, A.H., GARDNER, R.M.: Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. Am. Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 659

30 DALQUEN, P., OBERHOLZER, M.: Morphologische Veränderungen beim "small airways disease" und Möglichkeiten der quantitativen Analyse. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 5 (3), 1979, 200

31 DAVIDSON, F.F., BURKE, G.W.: Physiologic differenciation of upper and lower airway obstruction. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 86 (5), 1978, 630

32 DAYMAN, H.: Mechanics of airflow in health and in emphysema. J. Clin. Invest., 30, 1951, 1175

33 DIEM, J.E., JONES, R.N., HENDRIK, D.J., GLINDMEYER, H.W., DHARMARAJAN, V., BUTCHER, B.T., SALVAGGIO, J.E., WEILL, H.: Five-year longitudinal study of workers employed in a new toluene diisocyanate manufacturing plant. Am. Rev. Resp. Dis., 126, 1982, 420

34 DOSMAN, J.A., COTTON, D.J., GRAHAM, B.L., LI, K.Y., FROH, F., BARNETT, G.D.: Chronic bronchitis and decreased forced expiratory flow rates in lifetime nonsmoking grain workers. Am. Rev. Resp. Dis., 121, 1980, 11

35 DULL, W.L., SECKER-WALKER, R.H.: Helium-oxygen flow volume curves in healthy adults. Respiration, 38, 1979, 18

36 DESPAS, P.J., LEROUX, M., MACKLEM, P.T.: Site of airway obstruction in asthma as determined by measuring maximal expiratory flow breathing air and a helium-oxygen mixture. J. Clin. Invest., 51, 1972, 3235

37 EVERS, H.: Erfahrungen mit dem Fluß-Volumen-Diagramm bei Patienten mit Asthma bronchiale. Z. Erkr. Atm.-Org., 157, 1981, 202

38 EVERS, H., HERRMANN, H., OHME, G.: Die Aussagekraft des maximalen expiratorischen Fluß-Volumen-Diagramms in einer epidemiologischen Studie. Z. Erkr. Atm.-Org. 159, 1982, 31

39 FAIRSHTER, R.D., WILSON, A.F.: Relationship between sites of airflow limitation and severity of chronic airflow obstruction. Am. Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 3

40 FELDMAN, J., TRAYER, G.A., TAUSSIG, L.M.: Maximal expiratory flows after postural drainage. Am. Rev. Resp. Dis., 119, 1979, 239

41 FERLINZ, R. (Hrsg.): Praktische Lungenfunktionsprüfung. Thieme, Stuttgart, 1978

42 FINUCANE, K.E., GREVILLE, H.W., BROWN, P.J.E.: Curvilinearity of flow volume curves in asthma. Abstr. Thoracic Soc. Australia, 12(2), 1982, 222

43 FISCHER, J., KLEIN, G., RUHLE, K.H., MATTHYS, H.: Spirometrie und Flußvolumenkurve. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 6(5), 1980, 346

44 FISCHER, J., MATTHYS, H., RÜHLE, K.H., KLEIN, G.: Oscillatory resistance and forced expiratory measurements for screening of lung disorders. Prog. Resp. Res., 11, 1979, 202

45 GALGOCZY, G., DOMBOS, K., HANTOS, Z., MANDI, A.: Veränderungen des Fluß-Volumen-Diagramms bei Lungenemphysem. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 4(3), 1978, 170

46 GARDNER, R.M.: ATS statement - Sowbird workshop on standardization of spirometry, Chairman's comment. Am. Rev. Resp. Dis., 119, 1979, 831

47 GARDNER, R.M., HANKINSON, J.L., WEST, B.J.: Evaluating commercially available spirometers. Am. Rev. Resp. Dis., 121, 1980, 73

48 GELB, A.F., KLEIN, E.: The volume of isoflow and increase in maximal flow at 50% of forced vital capacity during helium-oxygen breathing as tests of small airway dysfunction. Chest, 71(3), 1977, 396

49 GIOSUE, S., SCHMID, G., SINELLI, G., PERGOLA, M., PERGOLA, V., CIAVARELLA, M.: The flow volume curve: normal standards in young subjects. Broncho-Pneumolog., 29, 1979, 483

50 GRIMAUD, C., DELPIERRE, S., FORNARIS, E., MENNESSON, D.: Interaction asthe-tabac et modifications des débits maximaux en air et en hélium-oxygène. Poumon-Coeur, 36, 1980, 165

51 GUYATT, A.R., SIDDORN, J.A., BRASH, H.M., FLENLEY, D.C.: Reproductibility of dynamic compliance and flow-volume curves in normal man. J. Appl. Physiol., 39(3), 1975, 341

52 HANKINSON, J.L., REGER, R.B., MORGAN, W.K.C.: Maximal expiratory flows in coal miners. Am. Rev. Resp. Dis., 116, 1977, 175

53 HAMOSH, P., TAVEIRA DA SILVA, A.M.: The effect on expiratory flow rates of smoking three cigarettes in rapid succession. Chest, 72(57), 1978, 610

54 HAPONIK, E.F., BLEECKER, E.R., ALLEN, R.P., SMITH, P.L., KAPLAN, J.: Abnormal inspiratory flow volume curves in patients with sleep-disordered breathing. Am. Rev. Resp. Dis., 124, 1981, 571

55 HARRISON, B.D.W.: Upper airway obstruction - A report on sixteen patients. Quart. J. Med., New Series, XLV, 180, 1976, 625

56 HARRISON, G.N., MOHLER, J.L., LEWIS, L.A., SPEIR, JR, W.A.: Peripheral airway function in healthy cigarette smokers. Lung, 156, 1979, 205

57 HERZOG, H., TSCHAN, M., KOPP, C., ROBERT, M., PERRUCHOUD, A.: "Small-airway-disease" und "closing-volume" aus der Sicht des Klinikers. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 5(3), 1979, 214

58 HOGG, J.C.: Structure and function of small airways. Chest, 77:2(Suppl.), 1980, 279

59 HOGG, J.C., MACKLEM, P.T., THURLBECK, W.W.: Site and nature of airway obstruction in chronic obstructive lung disease. N. Engl. J. Med., 278, 1968, 1355

60 HUGHES, J.A., HUTCHISON, D.C.S., BELLAMY, D., DOWD, D.E., RYAN, K.C., HUGH-JONES, P.: The influence of cigarette smoking and its withdrawal on the annual change of lung function in pulmonary emphysema. Quart. J. Med., New Series LI, 202, 1982, 115

61 HUTCHISON, A.A., ERBEN, A., McLENNAN, L.A., LANDAU, L.I., PHELAN, P.D.: Intrasubject variability of pulmonary function testing in healthy children. Thorax. 36, 1981, 370

62 HYATT, R.E., BLACK, L.F.: The flow-volume curve. Am. Rev. Resp. Dis., 107, 1973, 191

63 IRWIN, R.S., CORRAO, W.M., PRATTER, M.R.: Chronic persistent cough in the adult: the spectrum and frequency of causes and successful outcome of specific therapy. Am.Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 413

64 ISLAM, M.S.: Differential diagnosis of ventilatory disorders with the help of flow/volume diagram. Respiration, 33, 1976, 104

65 JANSEN, J.M., PESLIN, R., BOHADANA, A.B., RACINEUX, J.L.: Usefullness of forced expiration slope ratios for detecting mild airway abnormalities. Am. Rev. Resp. Dis., 122, 1980, 221

66 JORDANOGLOU, J., TATSIS, G., VESLEMES, M., CHARALAMPAKIS, S., HADJISTAVROU, C.: Partial effective times of the forced expiratory spirogram in health and mild airways obstruction. Thorax, 35, 1980, 375

67 JAYAMANNE, D.S., EPSTEIN, H., GOLDRING, R.M.: Flow volume curve contour in COPD: correlation with pulmonary mechanics. Chest, 77:6, 1980, 749

68 KELLER, R., HERZOG, H., RAGAZ, A., PERRUCHOUD, A.: Lungenfunktionsprüfung bei Emphysem. Schweiz. Med. Wochenschr., 108(8), 1978, 268

69 KNUDSON, R.J., BURROWS, B., LEBOWITZ, M.D.: The maximal expiratory flow-volume curve: its use in the detection of ventilatory abnormalities in a population study. Am. Rev. Resp. Dis., 114, 1976, 871

70 KNUDSON, R.J., SLATIN, R.C., LEBOWITZ, M.D., BURROWS, B.: The maximal expiratory flow-volume curve. Am. Rev. Resp. Dis., 113, 1976, 587

71 KNUDSON, R.J., LEBOWITZ, M.D.: Comparison of flow-volume and closing volume variables in a random population. Am. Rev. Resp. Dis., 116, 1977, 1039

72 LAM, S., ABBOUT, R.T., CHAN-YEUNG, M., TAN, F.: Use of maximal expiratory flow-volume curves with air and helium-oxygen in the detection of ventilatory abnormalities in population surveys. Am. Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 234

73 MACFIE, A.E., HARRIS, E.A., WHITLOCK, R.M.L.: The maximal expiratory flow/volume curve in 197 healthy New Zealanders: a comparison with recent american standards. Aust. N.Z. J. Med., 11, 1981, 517

74 MACHA, H.-N., HARTWIN, O., HUCKAUF, H., LODE, H., WUNDERLICH, H.J.: Lungenfunktionsdiagnostik extrathorakaler Stenosen. Atemwegs- und Lungenerkr., 4(3) 1978, 262

75 MACKLEM, P.T.: Workshop on screening programs for early diagnosis of airway obstruction (conference report). Am. Rev. Resp. Dis., 109, 1971, 567

76 MACKLEM, P.T., MEAD, J.: Resistance of central and peripheral airways measured by a retrograde catheter. J. Appl. Physiol., 23, 1967, 395

77 MADISON, R., MITTMAN, C., AFIFI, A.A., ZELMAN, R.: RIsk factors for obstructive lung disease. Am. Rev. Resp. Dis., 124, 1981, 149

78 MAK, H., CHIPPS, B.E., MENKES, H.A., SCHUBERTH, K.C. TALAMO, J.H., SCHERR, M.S., TALAMO, R.C., PERMUTT,S.: Diurnal variation of air and helium-oxygen flow-volume curves in asthmatic children. Br. J. Dis. Chest, 76, 1982, 51

79 MAN, S.F.P., ZAMEL, N.: Genetic influence on normal variability of maximum expiratory flow-volume curves. J. Appl. Physiol., 41(6), 1976, 874

80 MANDI, A., GALAMBOS, E., GALGOCZY, G.: Veränderungen des Fluß-Volumen Diagramms bei Silikose. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 4(4), 1978, 213

81 MATTHYS, H., FISCHER, J., ULRICHS, H.C., RÜHLE, K.H.: Functional patterns of different lung diseases for computer-assisted diagnostic procedures. Prog. Resp. Res., 11, 1979, 188

82 McCARTHY, D.S., CRAIG, D.B., CHERNIACK, R.M.: Intra-individual variability in maximal expiratory flow-volume and closing volume in asymptomatic subjects. Am. Rev. Resp. Dis., 112, 1975, 407

83 MACDONALD, J.B., COLE, T.J.: The flow-volume loop: reproducibility of air and helium-based tests in normal subjects. Thorax, 35, 1980, 64

84 McFADDEN, JR., E.R., LINDEN, D.A.: A reduction in maximum mid-expiratory flow rate. Am. J. Med., 52, 1972, 725

85 McFADDEN, JR., E.R., INGRAM, JR., R.H.: Large and small airway effects with exercise and other bronchoconstrictor stimuli. Eur. J. Resp. Dis., 63, Suppl. 121, 1982, 99

86 MEAD, J.: Analysis of the configuration of maximum expiratory flow-volume curves. J. Appl. Physiol., 44(2), 1978, 156

87 MEGURO, T., TSUBOTA, N., OGOTA, M.: Discriminant analysis of bronchial asthma by linear discriminant function with parameters of flow-volumes. Acta Med. Okayama, 32(5), 1978, 355

88 MICHAELS, R., SIGURDSON, M., THURLBECK, S., CHERNIACK, R.: Elastic recoil of the lung in cigarette smokers: the effect of nebulized bronchodilator and cessation of smoking. Am. Rev. Resp. Dis., 119, 1979, 707

89 MITTENECKER, E.: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. 6. Auf., F. Deuticke, Wien, 1966

115 SORENSON, J.B., MORRIS, A.H., CRAPO, R.O., GARDNER, R.M.: Selection of best spirometric values for interpretation. Am. Rev. Resp. Dis., 122, 1980, 802

116 STEEN, S.N., CRANE, R., STEIN, B., GASSTER, S.: dV or not dV: A critique of flow-volume slope analysis. In: ARIAS, A. et al. (Eds.): Recent progress in anaestesiology and resuscitation. Amsterdam, Exerpta Medica, 1975, 608

117 STEINER, N., PHELAN, P.D.: Physiological assessment of severe chronic asthma in children. Respir., 35(1), 1978, 30

118 SVENONIUS, E., KAUTTO, R., ARBORELIUS, JR., M.: Flow-volume measurements with a spirometer. Lung, 157, 1980, 201

119 TAVEIRA DA SILVA, A.M., HAMOSH, P.: Airway response to inhaled tobacco smoke: Time course, dose dependence and effect of volume history. Respir., 41, 1981, 96

120 TECULESCU, D.B., PINO, J., SADOUL, P.: Cigarette smoking and density-dependence of maximal expiratory flow in asymptomatic man. Am. Rev. Resp. Dis., 122, 1980, 651

121 TECULESCU, D.B., PINO, J., PESLIN, R.: Composite flow-volume curves matched at total lung capacity in the study of density-dependence of maximal expiratory flows. Lung, 159, 1981, 127

122 TESSIER, J.F., FREOUR, P., GACHIE, J.-P., BERNADOU, M., DE COUCELLES, J.F.: Approche épidémiologique de l'asthme des enfants d-age scolaire a Bordeaux. Etude par questionnaires et examens fonctionnels respiratoires par courbes débit-volume. Rev. Fr. Mal. Resp., 7, 1979, 213

123 THURLBECK, W.M.: The pathology of small airways in chronic airflow limitation. Eur. J. Resp. Dis., 63 (Suppl. 121), 1982, 9

124 TIEN, Y.-K., ELLIOTT, E.A., MEAD, J.: Variability of the configuration of maximum expiratory flow-volume curves. J. Appl. Physiol., 46(3), 1979, 565

125 TOCKMAN, M., MENKES, H., COHEN, B., PERMUTT, S., BENJAMIN, J., BALL, W.C., TONASCIA, J.: A comparison of pulmonary function in male smokers and nonsmokers. Am. Rev. Resp. Dis., 114, 1976, 711

126 TODISCO, T., GRASSI, V., DOTTORINI, M., SORBINI, C.A.: Reference values for flow-volume curves during forced vital capacity breathing in male children and young adults. Respir., 39, 1980, 1

90 MORRIS, M.J., LANE, D.J.: Tidal expiratory flow patterns in airflow obstruction. Thorax, 36, 1981, 135

91 MÜLLER, E., WUTHE, H., VOGEL, J.: Referenzwerte respiratorischer Funktionsparameter bei Erwachsenen. Z. Erkr. Atm.-Org., 151, 1978, 113

92 MURRAY, J.F.: Pathogenesis and diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease. Bull. Int. Union Against Tuberc. 56, 1981, 15

93 NEIJENS, H.J., GARGANI, G., VAN KRALINGEN, A., VAN WEEZEPOEL, N., KERREBIJN, K.F.: Central versus peripheral airway obstruction in bronchial responsiveness due to exercise. Eur. J. Resp. Dis., 63, 1982, Suppl. 121, 105

94 NEMERY, B., MOAVERO, N.E., BRASSEUR, L., STANESCU, D.C.: Significance of small airway tests in middle-aged smokers. Am. Rev. Resp. Dis., 124, 1981, 232

95 NICKERSON, B.G., LEMEN, R.J., GERDENS, C.B., WEGMANN, M.J., ROBERTSON, G.: Within-subject variability and per cent change for significance of spirometry in normal subjects and in patients with cystic fibrosis. Am. Rev. Resp. Dis., 122, 1980, 859

96 OREHEK, J., GRIMAUD, C.: La courbe débit expiratoire maximale-volume. Poumon-Coeur, XXXI, 5, 1975, 259

97 OVERRATH, G., KONIETZKO, N., MATTHYS, H.: Die diagnostische Aussagekraft des expiratorischen Flußvolumendiagramms. Pneumonologie, 146, 1971, 11

98 OXHØJ, H., BAKE, B., WILHELMSEN, L.: Spirometry and flow-volume curves in 10-year follow-up in men born 1913. Scand. J. Resp. Dis. 57(6), 1977, 310

99 PARIENTE, R., COULAND, C., BALDEYROU, P., MARTIN, J.P., BERTHET, C.: Etude comparée des maladies respiratoires chroniques en milieu agricole et en milieu urbain. Rev. Fr. Mal. Resp., 7, 1979, 35

100 PARTRIDGE, M.R., WARSON, A.C., SAUNDERS, K.B.: Moment analysis of the flow-time curve after breathing gases of different densities. Thorax, 36, 1981, 38

101 PESLIN, R., BOHADANA, A., HANNHART, B., JARDIN, P.: Comparison of various methods for reading maximal expiratory flow-volume curves. Am. Rev. Resp. Dis., 119, 1979, 271

102 PREFAUT, C., LLORET, M.C., TRONC, J.F., MICHEL, F.B., CHARDON, G.: Density dependence of the maximal expiratory flow-volume curves in normal and asthmatic children. Scand. J. Resp. Dis., 60(3), 1980, 109

103 QUANJER, P.H., VAN DER MAAS, L.L.J., VAN HARTEVELT, J.H., VAN DER LENDE, R.: Epidemiological follow-up investigations of lung function. SEPCR working group meeting, Gothenburg, 1976. Scand. J. Resp. Dis., 57, 1976, 309

104 RACINEUX, J.L., PESLIN, R., HANNHART, B.: Sensitivity of forced expiration indices to induced changes in peripheral airway resistance. J. Appl. Physiology, 46 (2), 1980, 15

105 RODRIGUEZ-ROISIN, R., MERCHANT, J.E.M., COCHRANE, G.M., HICKEY, B.P.H., TURNER-WARWICK, M., CLARK, T. J.H.: Maximal expiratory flow volume curves in workers exposed to asbestos. Respiration, 39, 1980, 158

106 ROM, W.N., KANNER, R.E., RENZETTI, A.D., SHIGEOKA, J.W., BARKMAN, H.W., NICHOLS, M., TURNER, W.A., COLEMAN, M., WRIGHT, W.E.: Respiratory disease in Utah coal miners. Am. Rev. Resp. Dis., 123, 1981, 378

107 SUDNIK, H.L., LOOTS, J.M., THERON, J.J., KER, J.A., MEYER, B.J.: The flow volume curve as a diagnostic tool. South Afr. Med. J., 58, 1980, 273

108 RÜHLE, K.H., MATTHYS, H.: Kritische Auswahl von Sollwerten für ein Computer-Programm zur Routine-Lungenfunktions-Diagnostik. Pneumonologie, 153, 1976, 223

109 SACKNER, M.A., RAO, A.S.V., BIRCH, S., AIKINS, N., GIBBS, L., DAVIS, B.: Assessment of time-volume and flow-volume components of forced vital capacity. Chest, 82(3), 1982, 272

110 SASAKI, H., HIDA, W., TAKISHIMA, T.: The maximum expiratory flow rate and volume dependent respiratory resistance in small airway obstruction. Tohoku J. Exp. Med., 120, 1976, 259

111 SCHAEFER, P., MEYER-ERKELENZ, J.D., HEIN, C., EFFERT, S.: Vergleich von fünf methodisch unterschiedlichen Spirometrie-Geräten. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 4(4), 1978, 205

112 SCHEINHORN, D.J.: Screening test for airflow limitation. South. Med. J., 75(4), 1982, 434

113 SCHLENKER, E.H., JAEGER, M.J.: Airway responsiveness of chronic smokers to increased lung volume and to bronchodilator. Lung, 159, 1981, 81

114 SCHMIDT, W., MÜLLER, D.: Lungenfunktions- und blutgasanalytische Befunde beim obstruktiven Lungenemphysem, verglichen mit einem Kollektiv Gesunder. Atemwegs- und Lungenkrankheiten, 4(3), 1978, 149

127 ULMER, W.T., REICHEL, G., NOLTE, D.: Die Lungenfunktion. Thieme, Stuttgart, 2. Auflage, 1976

128 VERMAAK, J.C., BUNN, A.E., DE KOCK, M.A.: A new lung function index: The area under the maximum expiratory flow-volume curve. Respir., 37, 1979, 61

129 VERSTRAETEN, J.M.: Spirométrie et courbe débit-volume chez 550 jeunes de 17 à 23 ans. Acta Tuberc. Pneumol. Belg., 1-2, 1976, 32

130 WALTER, S., NANCY, N.R., COLLIER, C.R.: Changes in the forced expiratory spirogram in young male smokers. Am. Rev. Resp. Dis., 119, 1979, 717

131 WEBSTER, P.M., ZAMEL, N., BRYAN, A.C., KRUGER, K.: Volume dependence of instantaneous time constants derived from the maximal expiratory flow-volume curve. Am. Rev. Resp. Dis., 115, 1977, 805

132 WIESEMAN, H., VON DER HARDT, H.: Reliability of flow-volume measurements in children. Respir., 41, 1981, 181

133 WIPF, R.: Valeur du débit maximal expiratoire 25-75% rapporté à la capacité vitale (DME25-75/CV) dans la détection des troubles aériennes. Broncho-Pneumolog., 30, 1980, 485

134 WOESTIJNE, VAN DE, K.P., AFSCHRIFT, M., CLEMENT, J.: The slope of the maximum expiratory flow-volume curve in the discrimination between healthy subjects and patients with obstructive lung disease. Rev. de l'Institut d'Hygiène des Mines, 28, 1973, (HASSELT), 83

135 WOESTIJNE, VAN DE, K.P.: Are the small airways really quiet? Eur. J. Resp. Dis., 63 (Suppl. 121), 1982, 19

136 ZAPLETAL, A., MOTOYAMA, E.K., VAN DE WOESTIJNE, K.P., HUNT, V.R., BOUHUYS, A.: Maximum expiratory flow-volume curves and airway conductance in children and adolescents. J. Appl. Physiol., 26, 1969, 308

Ich danke Herrn Privatdozent Dr. U. Reinhard sehr herzlich für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Herrn G. Becker, Mitarbeitern des Zentrums für Datenverarbeitung und der Abteilung für Medizinische Dokumentation und Datenverarbeitung sowie insbesondere Herrn Dr. D. Schentzle danke ich für ihre Hilfe bei der Verarbeitung des umfangreichen Datenmaterials, Herrn M. Bilge für die technische Hilfe im Lungenfunktionslabor.

LEBENSLAUF

Als Sohn des Oberstudiendirektors Werner Kutscha und seiner Ehefrau Ruth, geb. Moll wurde ich, Jörg W. Kutscha, am 20.9.1946 in Celle geboren. Nach Besuch der Volksschule und des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Gymnasiums in Lüchow/Nieders. legte ich dort 1966 die Reifeprüfung ab.

1966 begann ich das Studium der Psychologie an der Universität Tübingen und legte dort 1969 die Vordiplomprüfung, 1972 die Diplom-Hauptprüfung für Psychologen ab. 1972/73 war ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Psychologischen Institut der Universität Tübingen tätig. 1973 nahm ich die freiberufliche Tätigkeit als Diplom-Psychologe auf.

1974 immatrikulierte ich mich für das Medizinstudium an der Universität Tübingen. Dort bestand ich 1977 die Ärztliche Vorprüfung, 1978 den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, 1980 den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. Am 24.4.1981 bestand ich in Reutlingen die Ärztliche Prüfung.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (0 74 72) 2 21 45